



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del  
concreto en pavimento rígido en AA. HH. Playa Rímac Callao 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Rodas Zegarra Julio (ORCID: 0000-0003-1493-8406)

**ASESOR:**

Mag. Ing. Ramos Gallegos Susy Giovana (ORCID: 0000-0003-0554-005X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis de grado va dedicada a Dios, quien es mi guía, siempre está presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dando fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres con su apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de difíciles.

Gracias a mis padres: Abelardo Rodas Medina, Mariluz Zegarra Naveros y mi madre Martha, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Privada César Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de profesional y de manera especial al Mg. Raúl Mitac Portugal y al Ingeniero Raúl Ventura Cahuana, quien siempre me motivo en seguir, me inspiro a seguir investigando, me guio con su paciencia y su rectitud como docente, y a los pobladores del AA. HH Playa Rímac-Callao por su valioso aporte en mi investigación.

## **Página del Jurado**



## Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **RODAS ZEGARRA, Julio** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao - 2019”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 14 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>RODAS ZEGARRA, Julio</b>	
DNI: 74574367	Firma 
ORCID: 0000-0003-1493-8406	

 INVESTIGA

# Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Tablas	viii
Índice de Anexos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO</b>	<b>26</b>
2.1. Diseño de investigación	26
2.2. Variable, operacionalización	27
2.3. Población y muestra	30
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	30
2.5. Métodos de análisis de datos	32
2.6. Aspecto éticos	32
2.7. Procedimiento	33
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>51</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>58</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>60</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1. Falla del pavimento rígido</b>	<b>1</b>
<b>Figura 2. Fibra de acero</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3. Concreto reforzado con fibra de acero</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4. Concreto proyectado o shotcrete</b>	<b>13</b>
<b>Figura 5. Prefabricados</b>	<b>14</b>
<b>Figura 6. Asentamiento del concreto – SLUMP</b>	<b>16</b>
<b>Figura 7. Ensayo a la compresión</b>	<b>19</b>
<b>Figura 8. Esfuerzo de flexión, aplicación</b>	<b>19</b>
<b>Figura 9. Ensayo a la flexión con carga a los tercios</b>	<b>20</b>
<b>Figura 10. Ensayo a reacción indirecta (método brasileño)</b>	<b>21</b>
<b>Figura 11. Partes del pavimento rígido</b>	<b>23</b>
<b>Figura 12. Agregado fino y grueso</b>	<b>33</b>
<b>Figura 13. Agregado fino</b>	<b>34</b>
<b>Figura 14. Cemento portland tipo I</b>	<b>35</b>
<b>Figura 15. Fibra de acero DRAMIX 3D</b>	<b>35</b>
<b>Figura 16. Pesaje de agregado fino y grueso</b>	<b>39</b>
<b>Figura 17. Fibra de acero al 0.1%, 09% y 2%</b>	<b>39</b>
<b>Figura 18. Incorporación de fibra de hacer</b>	<b>40</b>
<b>Figura 19. Diferencia visual entre diseño</b>	<b>40</b>
<b>Figura 20. Herramientas usadas en ensayo de slump</b>	<b>41</b>
<b>Figura 21. 25 golpes por capa</b>	<b>42</b>
<b>Figura 22. Envasado en ultima capa</b>	<b>42</b>
<b>Figura 23. Resultado de ensayo slump</b>	<b>42</b>
<b>Figura 24. Medidor de aire</b>	<b>43</b>
<b>Figura 25. Probetas cilíndricas</b>	<b>44</b>

<b>Figura 26. Prensa hidráulica</b>	<b>45</b>
<b>Figura 27. Curado de probetas</b>	<b>46</b>
<b>Figura 28. Rotura de probetas en compresión</b>	<b>46</b>
<b>Figura 29. Panel de 1 m2 de concreto sin fibra</b>	<b>48</b>
<b>Figura 30. Panel de 1 m2 de concreto con fibra 0.1%</b>	<b>49</b>
<b>Figura 31. Panel de 1 m2 de concreto con fibra 0.8%</b>	<b>49</b>
<b>Figura 32. Panel de 1 m2 de concreto con fibra 2.0%</b>	<b>50</b>
<b>Figura 33. Grafico de Grava- Huso 67</b>	<b>53</b>
<b>Figura 34. Grafico del agregado Fino</b>	<b>54</b>

### **Índice de Tablas**

<b>Tabla 1. Características mecánicas de la fibra</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 2. Operación de variables</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 3. Rotura de probetas de concreto a compresión, tracción y flexión</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 4. Evaluación del Agrietamiento del concreto Astm-C1579</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 5. resultados del agregado grueso</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 6. resultados del agregado fino.</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 7. resultados de la dosificación.</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 8: Ensayo de slump</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 9. Ensayo a compresión</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 10. Ensayo a tracción indirecta y flexión</b>	<b>57</b>

## **Índice de Anexos**

<b>Anexo 1. Matriz de consistencia</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 2. Ficha de recolección de datos</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 2.1 Ficha de recolección de datos, resistencia a flexión</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 2.2 Ficha de recolección de datos, resistencia a tracción indirecta</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 3. Ficha técnica de materiales</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 3.1 Ficha técnica Cemento Andino tipo 3</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 3.2 Ficha técnica fibra de acero DRAMIX 3D</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 4. Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 4.1 Gravedad específica agregado fino (muestra 1)</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 4.2 Gravedad específica grava (muestra 2)</b>	<b>77</b>
<b>Anexo 4.3 Peso unitario (muestra 1)</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 4.4 Peso unitario (muestra 2)</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 4.5 Diseño de mezcla (muestra 1)</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 4.6 Diseño de mezcla (muestra 2)</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 4.7 Diseño de mezcla (muestra 3)</b>	<b>83</b>
<b>Anexo 5. Resistencia del concreto</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 5.1 Resistencia la compresión (muestra 1)</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 5.2 Resistencia la compresión (muestra 2)</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 5.3 Resistencia la compresión (muestra 3)</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 5.4 Resistencia la compresión (muestra 4)</b>	<b>87</b>
<b>Anexo 6. Resistencia a la tracción</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 6.1 Resistencia a la tracción (muestra 1)</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 6.2 Resistencia a la tracción (muestra 2)</b>	<b>89</b>
<b>Anexo 7. resistencia a la flexión</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 7.1 Resistencia a la flexión (muestra 1)</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 7.2 Resistencia a la flexión (muestra 2)</b>	<b>91</b>

## RESUMEN

La presente investigación denominada “Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019”, se ha realizado con la finalidad de determinar como la Aplicación de fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimentos rígidos en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.

El estudio corresponde al tipo aplicada, con diseño de investigación experimental. Se ha utilizado el método de diseño y verificación del mismo por ensayo mediante laboratorio con la finalidad de poder indagar sobre la importancia de mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. La población estuvo conformada por los paños de concreto de pavimento de AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Tomando como muestra la avenida dos de mayo cuadra 2. Se ha utilizado el instrumento de recolección de datos la cual cumple con el requerimiento de la investigación. Este instrumento ha sido validado por tres expertos los cuales determinaron los datos solicitados en la ficha son los necesarios para la investigación y sometido a la prueba de confiabilidad con las maquinas

La conclusión más importante es la aplicación de la fibra de acero mejorar la resistencia del concreto en pavimento, propiedades dinámicas del concreto, la propiedad dinámica y los ensayos realizados al concreto endurecido tales como compresión y ensayo de flexión. Conocemos las exposiciones a la cual el concreto está expuesto para desarrollar un óptimo diseño de concreto que satisfaga las necesidades requeridas siendo el concreto  $f'c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup> el óptimo ante las condiciones de exposición ambientales.

**Palabras clave:** Durabilidad, dosificación, confiabilidad.

## ABSTRACT

This research called "Application of steel fiber to improve the strength of concrete in rigid pavement in AA. HH Playa Rímac, Callao-2019", has been conducted with the purpose of determining how the application of steel fiber improves the strength of the pavement in rigid pavements in the AA. HH Playa Rimac, Callao-2019.

The study corresponds to the applied type, with experimental research design. The method of design and verification of it by laboratory has been used in order to investigate the importance of improving the resistance of concrete on rigid pavement in the AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. The population consisted of the concrete cloths of AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Taking as shown the avenue two of May block 2. . The data collection instrument has been used to meet the research requirement. This instrument has been validated by three experts who determined the data requested in the tab are those necessary for the investigation and subjected to the reliability test with the machines that are carried out with their proper calibration of the Same.

The most important conclusion is the application of steel fiber to improve the strength of concrete on pavement, dynamic concrete properties, dynamic property and tests performed on hardened concrete such as compression and bending test. We know the exposures to which the concrete is exposed to develop an optimal concrete design that meets the needs required being the concrete  $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$  the optimal in the face of environmental exposure conditions.

**Keywords:** Durability, dosage, reliability.

## I. INTRODUCCIÓN

En distintos países se presentan fallas en la estructura pavimento rígido, se encuentran problema de fisuración, grietas, desprendimiento de agregados y otros. Por esto se presentan vías dañadas, ya sea por el paso del tiempo, repeticiones excesivas de carga o factor que fuese.

En Chile los afectados son los conductores que circulan por las vías a diario, porque tiene que lidiar con las diferentes fallas en los pavimentos de las calles por donde circulan. Dentro de estas fallas se pueden encontrar grietas, baches, levantamiento, escalonamiento, parches mal realizados, etc., esto perciben los conductores, estos problemas generan una disminución en la seguridad vial y producir congestión vehicular en la vía. (Ruiz, C. 2015)

Las grietas son frecuentes en el pavimento por falla en la contracción, expansión del concreto y otras fallas como el suelo de fundación, acción de transito vehiculares. Los tipos de grietas que se puede encontrar: De esquina, diagonales. Longitudinales, restricción, transversales. En la **Figura 1** se aprecia la fisuración en el pavimento



**Figura 1.**Falla del pavimento rígido, ciudad de Córdoba-Argentina

Fuente:<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1654/PS%20RUSTAN%20FINAL.pdf;sequence=1>

En el Perú el concreto rígido presenta fallas por desgastes, fisuras, desprendimiento de agregados, grietas y socavación, siendo esto un problema muy frecuente en la mayoría de pavimento del país y esto ocasiona molestia en las personas que circulan por las avenidas o



calles con vehículos. El pavimento rígido no está cumpliendo con la vida útil de diseño. Por la poca flexión en pavimento rígido ocasiona deterioro y desgaste en el pavimento.

Actualmente en provincia y en determinados lugares de Lima se encuentra los pavimentos dañados a pesar que se consideran los aspectos técnicos tradicionales y antiguo. A pesar que se cumple con los parámetros mínimo y vida proyectada del pavimento; el concreto es el cual falla, por expansión, flexión o resistencia de adherencia de los agregados unos a otros.

El concreto muestra mejor resistencia a compresión, pero a tracción falla, una característica en el pavimento rígido es el agrietamiento, por lo que se le añade barras de acero y esto incrementa de gran medida el costo del proyecto siendo imposible incrementar este método.

En el Callao, distrito del callao, en la avenida 2 de mayo, AA. HH Playa Rímac callao, esta avenida actualmente se encuentra en mal estado, esta avenida debería de estar en buen estado para disminuir el flujo vehicular en las avenidas principales. Estas avenidas se encuentran dañadas las losas de concreto, por falta de mantenimiento. Con un cambio de losa de concreto traería una mayor fluidez de vehículos en la avenida 2 de mayo, en esta cuadra se nota baches y empozamiento del agua a causa de las cisternas, como en esa parte está dañado el concreto se lavan los finos de base y ocasiona hundimiento de la pista, esto provoca que los vehículos se demoren en pasar por los desniveles. La población sigue creciendo y necesitan más avenidas secundarias para la circulación y evitar la congestión vehicular.

En la superficie se observa que hay dos paños que necesitan ser cambiado desde la base. Los conductores no sienten la misma comodidad ya que no es un tránsito normal, los conductores buscan circular por superficie perfectas, esto ocasiona desorden y puede provocar accidentes de tránsito.

En el lugar donde se va realizar el estudio se ha encontrado varios tipos de fallas como: Fisura transversal, Fisura de esquina y Longitudinal, Losas subdivididas, Hundimiento, Fisura capilares y descaramiento, desprendimiento de agregados finos y gruesos, etc. Por tal motivo se busca modificar las propiedades del pavimento rígido para evitar este tipo de consecuencia en el pavimento y tenga un mayor tiempo de vida útil.

Con la intención de conocer más ampliamente el comportamiento de la variable de estudio se analizó investigaciones del ámbito internacional, donde destaco el estudio de Valencia y Quintana (2016) en el trabajo de grado para la obtención del título de Ingenieros Civiles titula “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%” que presentaron a la Universidad Católica de Colombia tuvo como **objetivo** encontrar la mayor resistencia de los tres concretos, por motivo que el concreto es mayor usado en Colombia , recurre al refuerzo con implementación de estructural con dosificación de fibras de acero, se usó el **método** experimentar, se realizó ensayos a compresión a los 14, 21 y 28 días y se tomaron los datos de estos ensayos. El asentamiento de la mezcla se redujo de 3.3” en el concreto y sin adición a 2.7” y 2.8”; cuando se adiciona el 12% y 14% respectivamente incrementa la resistencia a la compresión de 3805.17 Psi a 4128.42 y 4324.90 en el concreto sin adición y adicionándole el 12% y 14% de fibra a los 28 días. Los autores **concluyen** que a cambio de un incremento de resistencia ocurre una disminución de manejabilidad. **Aportando** que al aumentar fibra mejora su resistencia, pero se disminuye trabajabilidad del concreto. También López (2015), en su tesis titulada: “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.”, para optar el grado de Maestro en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Esta tesis tuvo como **objetivo** fue la comparación de las propiedades de un concreto sin fibra y concreto con diferentes volúmenes de fibra, en su estado fresco y endurecido con pruebas de laboratorio, **metodología** usada fue descriptivo- transversal, experimental, la población se consideró 8 muestra de tipo de mezclas y se realizó pruebas en dos tiempos 28 y 90 días y se toma 3 modelos por día. López llega a la **conclusión** que la resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con fibra y sin fibra no existe mucha diferencia, su modificación no tiene gran importancia, pero el concreto que se le agrego fibra acero mejora su flexión y módulo de elasticidad aumenta a un 5% en promedio. **Aportando** se mejora la flexión con fibra de acero cortas y elasticidad del concreto. De igual modo, Cando (2016), en su trabajo de graduación, previo a la obtención del título de ingeniero civil titulada: “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado”, Universidad central del Ecuador. Dicha tesis de maestría tuvo como **objetivo** analizar las propiedades mecánicas y física del hormigón agregando fibras de acero recicladas y así buscar una dosificación adecuada de la fibra para la resistencia a flexión, compresión y módulo de rotura, **metodología** usada fue experimental para la elaboración de su tesis, y

realizar ensayos de compresión, tracción y flexión al concreto para esto tomara, se usó probetas cilíndricas para la muestra de concreto, Cando , **concluye** que a los 7, 14 y 28 días de edad mejora la resistencias y con las fibras metálicas recicladas aumentando un 30.70% más respecto al hormigón y un 22.28% respecto al hormigón con fibras metálicas comerciales, esto refleja que el concreto con fibra tiene mayor resultado a la compresión. A los 28 días mejora la flexión y mayor resultado en el módulo de ruptura con las fibras metálicas comerciales llegando al 25.14% con respecto al hormigón y 5.90% con respecto al hormigón con fibras metálicas recicladas. **Aportando** que las fibras metálicas reciclada tiene mayor compresión, pero al módulo de ruptura es menor que la fibra metálica comerciales. Así también, Guzmán (2015) en su trabajo de investigación perteneciente al departamento de ingeniería de la construcción y proyectos de ingeniería civil, en el cual no sé detalla el grado al que ostenta, pero lleva por nombre: “Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias”, de la Universitat Politècnica de València. El autor tuvo como **objetivos** analizar el pavimento de concreto reforzado con fibras de acero y realizar la comparación con un pavimento convencional, comparación de cargas, las características de deformación y modo de fallas de ambos pavimentos, así como resistencia, deformación y modo de ruptura, **método** de estudio técnico experimental, las **conclusiones** que Guzmán obtuvo fue que el pavimento con adicción de fibra presentas cargas de rotura más altas que los pavimentos convencionales incluso en donde la dosificación de fibras de acero es baja, además que su modo de rotura es más dúctil lo que trae consigo un aumento en su tenacidad, haciendo que el concreto recupere parte de la deformación a la que se vio sometida, la inclusión de fibra en el concreto, hacen que el concreto tenga resistencia residual a flexión que no tienen los concretos tradicional y el concretos reforzados con fibras de acero tengan capacidades de cargas más altas. **Aporte** al incorporar fibras de acero el concreto se reduce las fisuras, esto sumado a la resistencia aumentada a cargas de impacto y al comportamiento del concreto frente a la fatiga, hacen de las fibras una pieza importante en la estructura del pavimento rígido. Y por último Gaitán (2014) en su tesis doctoral titulada “Estudio del comportamiento del hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de acero frente al impacto de proyectiles” presentada la Universidad Politécnica de Madrid tuvo como **objetivo** determinar un espesor que permita la protección ante proyectiles a través del refuerzo con fibra de acero reduciendo así el efecto del impacto de los mismos, esto es provechoso en edificaciones militares. La **metodología** experimental que se empleó fue a través de

fabricación de placas y aplicación de la balística con proyectiles de 25, 20, 12.7 y 7.62 mm para la validación y funcionalidad de lo planteado, el uso de la fibra de acero al 80 kg/m<sup>3</sup> de concreto mejora el comportamiento ante los proyectiles los impactos sufridos por las placas sin el refuerzo de fibra terminaban siendo destruidos o explotados y este fenómeno se redujo en al usar la fibra de acero como refuerzo, como **conclusión** no garantizó que se mantenga intacta la placa de prueba pero si amortigua el primer impacto y no se aprecia el desprendimiento de escombros como si en las placas sin refuerzo. **Aportando** que al mejorar la resistencia del material se reduce el impacto de proyectiles y evitando desprendimiento.

Dentro de los estudios previos de índole nacional, se puede citar el estudio de Montalvo, et al (2015), en su tesis titulada “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, los autores del trabajo de investigación citado anteriormente, tuvieron como **objetivo**, aportar información, sobre el diseño y proceso constructivo de pavimentos reforzados con fibras, la comparación de las propiedades del concreto con adición de fibras de acero Wirand FF1, así como las dimensiones de la misma, y también comparar el costo de la ejecución del proyecto en la vida útil de ambos tipos de pavimentos (con y sin refuerzo), la **metodología** que usaron fue cuantitativa-experimental-aplicada, no tuvieron una muestra específica, ya que, no está limitada a una área específica, sino a todos los pavimentos rígidos en general, ellos llegaron a la **conclusión** que las fibras presentan grandes ventajas en la construcción de losas debido a su distribución tridimensional en la cual, se le otorga a la losa mayor resistencia. **Aporte** la incorporación de fibras de acero a la dosificación del concreto, es mucho más sencilla que la colocación de las mallas de acero y con ahorro de tiempo se tiene además reducción de horas hombre y este a su vez reducción de dinero. Otro de los estudios de Sotil y Zegarra (2015), en su tesis que lleva por nombre: “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de ciencias aplicadas. El **objetivo** de este proyecto fue analizar las consecuencias de agregar fibras de acero en la dosificación del concreto, como lo son, compresión, flexión y tenacidad que presenta el pavimento rígido, todo esto en parámetros locales, para poder tener resultados según el contexto de nuestro país (Perú) **metodología** es el que está usando, pero se puede concluir que fue cuantitativa-experimental-aplicada, no tuvieron una población específica, ya que, es una comparación de los pavimentos rígidos tradicionales con los

pavimentos rígidos con fibras de acero, sin determinar una zona en específica, la **conclusión** que los autores obtuvieron fue que al agregar fibras de acero, mejora la resistencia del concreto y optimiza sus características, si no también que disminuye en gran manera la aparición de fisuras y evita su propagación, además que este adicionamiento de fibras omite la malla tradicional de acero que suele ir en la estructura del pavimento. Al mejorar la dosificación mejora la resistencia a flexión. Para dosificaciones que van en el rango de 20 y 25 kg/m<sup>3</sup>. **Aportan** que las fibras de acero tienen mayor resistencia a la flexión dándole mayor capacidad de soporte frente a las cargas y eliminando la aparición y su consecuente propagación de fisuras. También se ha identificado el estudio de Cusquisiván y Sáenz (2016) en la tesis realizada para obtener los títulos de ingenieros civiles titulada “Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016”, presentada a la Universidad Privada del Norte, el **objetivo** de la investigación fue tener un material de construcción que permita realizar mejores edificaciones estructural y eficiente. Y en la búsqueda de mejoras estructurales los investigadores decidieron realizar la comparación entre el concreto con en que ya se trabaja y el concreto con una mejora propuesta por ellos mismo. La **metodología** usada fue experimental realizando vigas prismáticas mediante el ensayo destructivo para determinar el aumento o disminución de su falla por flexión, los resultados fueron que al añadir 1.0% de fibras de acero la resistencia a la flexión aumenta en un 14.03% con respecto al patrón de 34.97 kg/cm<sup>2</sup>, de esta manera los investigadores **concluyen** que al agregar la fibra de acero en el concreto y mejora su flexión, significando esto una mejora estructural. Ellos **aportan** que al agregar fibra de acero mejora su resistencia a flexión del concreto. De igual forma, Castañeda (2018) realizó la siguiente tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018”, la cual presentó a la Universidad Privada del Norte, tuvo como **objetivo** determinar analizar el comportamiento de agregar fibra de acero y aditivo plastificante en cuanto a la compresión del concreto, explicar las características y/o ventajas aditivo. La industria de la construcción se desarrolla a pasos agigantados pero la monotonía del de usar el concreto convencional como única solución a las diversas necesidades estructurales y lo que se busca en esta investigación es promover soluciones brindando nuevas técnicas de desarrollo de infraestructura. A través del **método** experimental se manipulará la fibra de acero buscando tener el control sobre esta al aplicarla al concreto y de esa manera determinar la mejor dosificación, como resistencia última a la

compresión tiendo un valor de 220.40; 230.30 y 238.90 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto patrón, patrón + 20kg/m<sup>3</sup> y patrón + 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero respectivamente. El investigador **concluyó** que la influencia de fibra de acero mayor ayudo a incrementar la resistencia a la compresión, **aportando** nuevos estándares sobre los cuales trabajar y diseñar. Y por lo último Carranza (2018) en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada “Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí – Lima” presentada ante la Universidad Cesar Vallejo, tiene como **objetivo** obtener nueva resistencia a compresión, tracción y flexión con el nuevo concreto agregando fibra de acero. El motivo de realizar este proyecto de investigación es por la poca resistencia a la tracción del concreto tradicional y comparar su resistencia a la compresión, así como también su resistencia a la flexión siendo la escasez de esta última la causante de fallas por momentos grandes, la **metodología** usada fue hipotética-deductiva y estadístico, realizando ensayos al concreto con probetas cilíndricas y vigas prismáticas para la recolección hallar los nuevos valores y elaborar un cuadro estadístico el cual permita ver el incremento de los valores planteados, la dosificación de la fibra de acero fue realizada en tres porcentajes para tener valores graduales. Los resultados que obtuvo el investigador en los ensayos que realizó a los 28 días fueron una resistencia a la compresión de: 289.40 en concreto simple y 237.57 (Kg/cm<sup>2</sup>) con fibras al 40 kg/m<sup>3</sup> (2.5%), una resistencia a la tracción por flexión de: 26.62 en concreto simple y 30.02 (Kg/cm<sup>2</sup>) con fibras al 80 kg/m<sup>3</sup> (5.2%) y finalmente una resistencia a la rotura de: 36.78 en concreto simple y 71.75 (Kg/cm<sup>2</sup>) con fibras al 80 kg/m<sup>3</sup> (5.2%) y también una pérdida de trabajabilidad cuando se usa al 5.2% de la mezcla. Como **conclusión** encontró que el gran incremento de la resistencia a la flexión acompañada con una pérdida de resistencia a la compresión en su mayor porcentaje de fibra para ambos casos. **Aporta** que, al agregarle más fibra de lo indicado por la ficha técnica, el concreto pierde su trabajabilidad.

Dentro de las teorías que están relacionadas a la investigación, se cita definiciones como Aplicación de la Fibras de acero, El uso de aditivos en la construcción siempre ha estado presente, dado que, se busca mejorar alguna propiedad en la cual se presentan falencias, en el caso de las fibras esto data de muchos años, antaño en Mesopotamia y Egipto, se incorporaba pajas en tiras al adobe, esto se hacía principalmente para darle mayor resistencia después del secado. Estas fibras naturales se usaron durante muchos años más, para ser exactos hasta 1935, año en el cual se incorporaría el uso de fibras sintéticas.

En 1874, en el estado de California-Estados Unidos, A. Berrad patentó por primera vez el concreto reforzado con piezas metálicas. Después de este suceso surgieron muchos otros casos similares, en los años comprendidos de 1950 a 1960 surgieron diversos estudios de este tipo de concreto. Las investigaciones más destacadas fueron las de Romualdi, Mandel y Batos, en el año 1963.

Actualmente, al incorporar fibras de acero en la mezcla del concreto, tiene una gran aceptación, esto debido a los estudios previos que se tiene de este aditivo, los cuales demuestran que su uso representa un gran valor agregado, en este proyecto de investigación profundizaremos en este tema, detallando de qué consta estos beneficios.

La fibra de acero o el concreto reforzado con fibra de acero con respecto al ensayo de flexión aporta un incremento de la resistencia residual esta es vista después de la falla del concreto en el artículo n.º 2 de la revista International federation for structural concrete, define grietas en la viga sin que esta falle por corte, permite la deformación máxima de la viga sin que esta se rompa, aduciendo que la falla sigue siendo del concreto ya que las fibras siguen manteniendo un buen estado sin presentar roturas de las mismas. (Akshay, 2018, p. 365).

Lograr un concreto con propiedades mejoradas gracias al uso de aditivos y micro sílice y jugar con los porcentajes es como estas propiedades aumentarían siendo más funcionales y beneficiosas para la edificación permitiendo cruzar esta barrera encontrada en la ingeniería (Bedon, 2016, p. 205).

El tamaño de las fibras y el material del que estén compuesto las mismas, en el artículo Mechanical properties of fiber reinforced concrete, se trabajó con fibras como el vidrio y sisal esto muy aprovechable si se desea cambiar las propiedades mecánicas del concreto, esto quiere decir las propiedades que el concreto otorga después de endurecer, pero es observable una pérdida de trabajabilidad con respecto a la elaboración del concreto patrón provocando una pequeña controversia la cual puede ser solucionada en la elaboración de la mezcla; propiamente dicho en el diseño de la mezcla; ya que si por un lado las propiedades como resistencia a compresión y flexión tienen un gran aumento considerándolo como “pro” pues la contra parte es una pérdida del asentamiento, se podría trabajar con el tema equilibrio, buscando la proporción idónea para un perfecto uso del concreto (manteniendo la trabajabilidad) y aprovechando las propiedades adquiridas, quizá no al 100% por la

modificación del SLUMP pero con alguna mejora a tomarse en cuenta si serpa útil o no para el proyecto en mente. (Bhawat, 2017, p. 177)

#### Tipo de Fibra de Acero

La fibra de acero se divide en cuatro tipos según Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi (2017, p154)

Tipo I: Son fibras de alambre, es más fácil de conseguir en el mercado (fibra de acero).

Tipo II: Son fibra de chapa, se corta de planchas de acero.

Tipo III: Estas fibras son extraída de la fundición, son fabricada por técnicas donde una rueda en movimiento, se utiliza para levantar el metal liquido donde ha sido fundida, luego se congela en forma de fibra y tiene una forma de media luna.

Tipo IV: La fibra se mide por el máxima y mínima longitud, diámetro y esbeltez y resistencias a tracción (tensión) y requisitos a flexión.

#### Definición

Las fibras son filamentos delgados y esbeltos de cualquier naturaleza, tanto de tipo mineral, orgánico o sintético; habitualmente se encuentra en distintas formas, siendo atado, red o cordón las principales; SIKA, define a las fibras de la siguiente manera.

Las fibras son elementos discontinuos, producidas de distintas maneras, dimensiones y destinadas particularmente para ser usadas en concreto. La finalidad principal de las fibras de acero es reducir la aparición de fisuras y propagación en distintos elementos de la estructura de concreto en las que pueden generar daños mayores. (SIKA, p.7)

Se pudo apreciar que al incorporar fibra mejora el concreto dándole ventajas como manejabilidad, resistencia y adherencia y disminuyendo la fisuración, esta cita nos cuenta de manera general el concepto de fibras de acero, en la siguiente **Figura 2** se muestra la fibra de acero dispersadas





**Figura 2.** Fibra de acero

**Fuente:** <https://www.construnario.com/notiweb/38736/dramix-de-bekaert-fibras-de-acero-para-el-refuerzo-del-hormigon#.XM74YWhKjIU>

## Propiedades

Las fibras poseen múltiples propiedades.

Las fibras metálicas reducen las grietas durante el asentamiento plástico del concreto y cuando ya se haya endurecido, se usa en pisos de concreto por su buena resistencias a cargas. Con una buena adherencia a la mezcla de concreto (ACI 302R, p12)

Como señala el ACI, las fibras de acero tienen buena adherencia al concreto, esto significa velocidad a la hora del vaciado, sin presentar inconvenientes si ni desventajas en cuanto a su uso, en la **tabla 1** mostrara las características mecánicas de las fibras.

Fibras	Diámetro (um)	Densidad (10 <sup>3</sup> kg/m3)	Módulo de elasticidad (kN/mm2)	Resistencia a la tracción (kN/mm2)	Alargamiento en la ruptura (%)
Acero	5-500	7.84	200	0.5-2	0.5-3.5
Vidrio	9.-15	2.6	70-80	2.-4	2-3.5
Amianto	0.02-0.04	3	180	3.3	2.-3
Polipropileno	20-200	0.9	5.-7	0.5-0.75	8
Nylon	-	1.1	4	0.9	13-15
Polietileno	-	0.95	0.3	0.0007	10
Carbono	9	1.9	2.3	2.6	1
Kevlar	10	1.45	65-133	3.6	2.1-4
Acrílico	18	1.18	14-19.5	0.4-1	3

**Tabla N°1.** Características mecánicas de las fibras

**Fuente:** Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2007

En la tabla se podrá encontrar las principales propiedades de distintos tipos de fibras, este contenido fue obtenido del manual técnico de Maccaferri titulado: “Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón”.

Las fibras metálicas ofrecen mejor resistencia compresión, flexión, además al incorporar al concreto hace posible no utilizar las mallas metálicas, resultando una reducción en tiempo, mano de obra y dinero.

A incorporar fibra de acero en el concreto cambia su tipo de rotura frágil a dúctil, esto significa que tiene mayor capacidad de resistir carga, se explica de la siguiente manera, que la falla frágil es la rotura que se presenta sin ningún tipo de señales, la rotura es directa e instantánea y la falla dúctil es la falla que presenta muestra de inicio a romperse y este es el tipo de falla que se busca para el concreto.

Al agregar fibra al concreto resulta con nuevas propiedades y mejorando todas las características mencionadas, el concreto tradicional sin fibra, falla por la falta de resistencia a la deformación, cuando aparece este tipo de falla el concreto colapsa de manera inmediata, lo que se busca es determinar los aportes de la fibra y como trabaja con ella.

#### Aplicaciones de las fibras de acero

Se tiene una gran variedad de usos de las fibras de acero al adicionarlo a la mezcla de concreto, detallare en los siguientes puntos, cuales son estas principales aplicaciones.

#### Pisos y Pavimentos

Las ventajas y beneficios de agregar fibra de acero al concreto son muchas, hay una reducción en tiempo de ejecución y la simpleza de su incorporación, respecto a esto Sotil y Zegarra, argumentan lo siguiente.

Las ventajas que presentan las fibras de acero al incorporarse al concreto en comparación con las tradicionales mallas de acero son incuestionables [...]. Se reduce tanto el tiempo, como la cantidad de personas que se necesita para la ejecución, de igual manera no se necesita un almacén especial destinado para guardarse, esto significa ahorro de tiempo, mano de obra y espacio. Los bordes de las esquinas se ven reforzadas al ser agregada las fibras de acero, esto genera una disminución en el efecto del astillado. De igual manera el hecho de usar fibras de acero en lugar la tradicional malla metálica, genera que se tenga más espacio para transitar, dado que, la malla ocupa un gran espacio dentro de la obra. [...] (2015, p. 51).

Como se pudo mostrar en la cita ya no es necesario depender de mallas de acero, esto no significa que la malla de acero sea una mala opción solo que la fibra de acero cumple con mejorar las propiedades mecánicas del concreto y los beneficios que este trae al pavimento, pero a un menor costo y tiempo. En la siguiente **Figura 3** se observa el concreto con adición de fibra de acero.



**Figura 3.** Concreto reforzado con fibras de acero.

Fuente: Maccaferri 2009

Es importante detallar cuanto es el volumen representante de fibras de acero en comparación del total de la mezcla, a esto se llama dosificación y siguiendo las indicaciones de Montalvo se tiene lo siguiente.

Las dosificaciones de fibra de acero oscilan entre 0.25% al 2% del volumen total del concreto; dependiendo de los cálculos realizados para el diseño del concreto respecto a las características que se que esté buscando tener, los volúmenes que excedan al 2% perjudica en gran manera la trabajabilidad de la mezcla. [...] (2015, p. 18).

Lo importante de esta cita radica en el volumen que nos brinda ya que deja de ser teoría sobre beneficio y nos aporta los datos que se usara posteriormente en los ensayos.

Para la investigación se realizará la dosificación entre el rango de fibra de acero entre el 0.1%, 0.8% y 2% respecto al volumen total del concreto.

## Concreto proyectado

Al agregar fibra de acero se obtiene una mayor rapidez en el proceso de ejecución, sobre ese tema, Sotil y Zegarra, argumentan lo siguiente.

El concreto proyectado se ve altamente mejorado con la adicción de la fibra de acero ya que reduciría el tiempo de ejecución, teniendo en cuenta que, con esta adición de fibras a la mezcla del concreto, se estaría omitiendo la colocación de la malla de acero, la aplicación del concreto podría darse apenas se tenga excavado el túnel, de esta manera se optimizaría la ejecución de revestimiento de taludes y canales. [...] (2015, p. 52).

Se muestra que las aplicaciones de las fibras son variadas, se puede utilizar en otros ambientes no solo en pavimentos, si no se puede utilizar tanto en concreto se refiere ya que esto forma parte de la mezcla, en la siguiente **Figura 4** se observara los distintos casos de concreto con fibra de acero.



**Figura 4.** Concreto proyectado o Shotcrete

**Fuente:** Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2007

## Prefabricados

Bianchini nos indica lo siguiente sobre el uso de fibras de acero en prefabricados.

Gracias a sus numerosas ventajas la utilización de las fibras metálicas está cada vez más extendida en la industria [...] uno de los usos más recientes de las fibras metálica es de los prefabricados para obras subterráneas, caracterizado por alto nivel de exigencia técnica y seguridad [...] el diseño y la fabricación de dovelas prefabricados con hormigón fibroreforzado para el revestimiento de túneles excavados [...] es una de sus funciones con más demanda en la actualidad. (SF, p. 6).

Se aprecia otra forma de agregar fibras de acero a la mezcla de concreto, este proyecto se centra en la incorporación de fibra de acero en concreto para losa de pavimentos rígidos, en los dos último se mencionó otro tipo de aplicación que cumple la fibra de acero, no está

dentro del enfoque del presente trabajo de investigación sirve para ver qué tan útil es la fibra, en la siguiente **Figura 5** se verá el uso en concreto con fibras de acero prefabricados.



**Figura 5.** Prefabricados.

**Fuente:** Bianchini Ingeniero (SF)

La dosificación consiste en las proporciones de materiales usados en el concreto, se hablará sobre la proporción de la fibra de acero que se usara para la mezcla de concreto ya establecido, según antecedentes de estudios ya desarrollado y valiéndose de la hoja técnica de Dramix (proveedor de las fibras de acero) la proporción mínima es de 10 kg de fibras de acero por 1m<sup>3</sup> de concreto, se hará tres tipo de dosificaciones, una de 0.50%, otra de 1.00% y finalmente una dosificación de 2.00%, todo esto respecto al volumen total del concreto, esto expresado en Kg, seria 12, 24 y 48 Kg/m<sup>3</sup> de concreto respectivamente.

Toirac sostiene: Las exigencias impuestas a los hormigones han conducido a que los tecnólogos del hormigón en el mundo realicen estudios sobre los materiales, dosificaciones y tecnologías de colocación, de tal manera que se cumplieren los parámetros exigidos por cada proyecto. (2009, p. 466 y 467).

Lo esperado de este ensayo es el incremento de esta propiedad con los porcentajes de fibras mencionados, el artículo elaborado por Yenny para la revista Applied mechanics and materials, basó la investigación netamente enfocado a la resistencia a compresión presentando las probetas al fuego, realizando una comparación entre ambos casos, centrándonos en lo relevante para la presente investigación que se realiza, es el incremento de la resistencia que se obtiene cuando el autor del artículo obtiene mejoras con el uso del 1 y 1.5% de fibra (Yenny, 2015, p. 222).

## Resistencia del Concreto

En el proyecto de investigación, el concreto tradicional es aquel que no contiene ningún aditivo o cambio en su dosificación, manteniendo sus materiales básicos sin importar las proporciones de estos. Según Rivera nos menciona lo siguiente.

“La resistencia del concreto, incrementa respecto al tiempo, siendo de manera significativa en los primeros días posterior al vaciado, de tener los ensayos normados y tomando en cuenta un curado optimo, las cifras obtenidas de las pruebas a los 28 días, determinará cual será la resistencia máxima.” (SF, p. 121).

En el artículo n.º 236 de la revista Journal of applied engineering sciences, brinda a través de ensayos realizados datos con valores comparativos los cuales muestran mayores resistencias a compresión en mezclas de concreto con relación agua y cemento de 0.35 al lado de una relación de 0.55, esta mayor resistencia se mantiene en todas las edades en que se realizaron los ensayos a los 7, 28 y 90 días. (Ghasemipor, 2018, p. 23).

## Generalidades

Establece la variación que se puede realizar en el concreto sin dejar de ser concreto tradicional, la variación respecto el agua y el cemento, disminuyendo la proporción del agua y agregarle mayor cemento o ambas.

$$R=a/c$$

Dónde:

R: Relación agua/cemento

a: Agua en kilogramos.

c: Cemento en kilogramos.

La relación agua y cemento, sea menor, será mayor la resistencia a la compresión del concreto.

“La resistencia a compresión del concreto depende de la relación agua/cemento: mayor relación es menor la resistencia” (Morales, 2016, p. 9).

## Propiedades del concreto

El concreto tiene diversas propiedades, para la investigación lo primordial es la capacidad de resistencia a flexión y compresión, que son propiedades del concreto

Al concreto se realiza ensayos en estado fresco

Siendo estos aplicados al concreto al momento de realizar la mezcla, cuando el concreto está en su estado moldeable para la obtención de sus propiedades.

Propiedades físicas, determinar la trabajabilidad del concreto, así como cumplir con parámetros indicadores que el concreto cumplirá la resistencia deseada.

Ensayos al concreto en estado fresco. Ensayo de medición del asentamiento. La Norma técnica peruana 339.035 nos señala que se tiene que medir el asentamiento del concreto en estado fresco; esto aplicara en laboratorio y/o en campo, los este ensayo se muestran en la **Figura 6.**

Para realizar el ensayo se necesitará el cono de Abrams: cono truncado de diámetros de 20 y 10 cm con 30 cm de altura, y una barrilla lisa de 16 mm de diámetro y longitudinal de 60 cm.

El concreto será vertido en tres partes con 25 golpes entre capa y capa desde el perímetro hacia el centro, la última capa se llena en exceso y luego de los 25 golpes se enrasa lo sobrante, se procede a elevar el cono de forma vertical, se invierte el cono y se mide la diferencia de alturas entre el cono y el centro del concreto.



**Figura 6.** Asentamiento del concreto - SLUMP.

**Fuente:** <http://ingcivil-notasapuntes.blogspot.com/2015/02/ensayo-de-consistencia-del-concreto.html>

Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla, la NTP 339.184 nos indica que se mide con un termómetro calibrado el cual trabaja con 3" de concreto a la redonda y sumergido, el

cual puede estar en una carretilla o un buggy. La temperatura se tomará con un valor aproximado al 0.5°C.

El empleo de este ensayo es para evitar que el concreto pierda agua (deshidratación) y por ende pierda resistencia en su estado endurecido.

Ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire

La NTP 339.046 – (2008), nos explica sobre la densidad: o peso específico del material, este se obtiene pesando el molde cilíndrico vacío, y el molde con el concreto la diferencia de estos se divide entre el volumen del molde conocido, el resultado se aproxima al 1.0 kg/m<sup>3</sup>.

Ensayos al concreto en su estado endurecido, siendo estos aplicados al concreto a la edad deseada, cuando el concreto ya fraguó y puede soportar una aplicación de carga para la obtención de sus propiedades.

La propiedad mecánica del concreto es un elemento es aquella virtud cuantitativa que tiene en diversos campos de aplicación cumpliendo 1, 2, o más propiedades que responden ante fenómenos, en el presente proyecto de investigación se analizara las propiedades mecánicas del concreto responderán ante un fenómeno provocado y manipulable que son las cargas aplicadas a las probetas y vigas de concreto para recibir una respuesta de estas.

Para SENCICO: El concreto tiene resistencia, durabilidad, trabajabilidad entre otras propiedades. Y contienen características físicas y química del cemento, agregados y agua; por esto los materiales tienen que cumplir con los estándares de calidad.” (2014, p. 12)

Entonces la propiedad mecánica del concreto no solo será un valor al momento del ensayo si no que este valor deberá de ser permanente en el tiempo.

El concreto cuenta con propiedades mecánicas cuantificables (de valor numérico) las cuales son de mucha utilidad para el diseño en general de cualquier elemento de concreto, ya que estas propiedades influyen y también son limitantes para la edificación dependiendo de la envergadura del proyecto.

Estas propiedades mecánicas son halladas a través de distintos ensayos según la propiedad que se desee halla, estos ensayos responden a una normativa la cual dictamina; el procedimiento, dimensiones y detalles que hay que tener en cuenta.



## Resistencia a la compresión

Se utilizará para este ensayo la norma NTP 339.034 – (2008)

Según HARMSSEN: El concreto tiene una buena resistencia a compresión en comparación con otros materiales. El concreto se puede dar la forma según el encofrado. (2002, p. 20).

Es la propiedad del concreto tradicional a la que se pone ahínco ya que como indica Harmsen es su principal aporte a una edificación, y la versatilidad que este tiene; de la mano con una tecnología e ingeniería de encofrado vanguardista; permite formar una arquitectura ostentosa a la vista y eficiente estructuralmente.

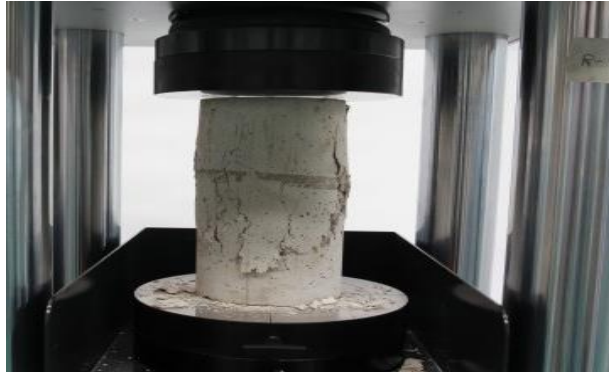
Y como gran desventaja es la escasa resistencia a tracción la cual exige el trabajo en conjunto con el acero corrugado (concreto armado) para complementar esta deficiencia a la tracción y flexión, reforzando esto con lo dicho por Harmsen.

Esta norma tiene como base la Norma ASTM C39/39M-05.

Mediante este método se busca hallar la resistencia a la compresión de cilindros de concreto moldeado con parámetros como la velocidad y dimensiones del cilindro, para ser presionada hasta el momento de falla siendo el resultado la división de la carga lograda en el ensayo entre el área comprendida por la sección del cilindro de concreto (NTP 339.034, 2008, p. 3).

Para los ensayo se contemplará probetas cilíndricas de 150mm de diámetro y 300mm de altura, las cuales serán ensayadas en estado mojado donde se aplicará fuerza con aumento de la misma gradualmente la cara plana de la probeta cilíndrica sin impactarla como se mostrara en la **Figura 7**, el valor obtenido de la maquinaria será en KN para con el cálculo del método brindar la resistencia en MPa, los ensayos son realizados en las siguientes edades: 7, 21 y 28 días siendo en la última edad que se expresa la resistencia final del concreto endurecido. (NTP 339.304, 2008, p. 8).

Este valor es de suma importancia para poder calcular las dimensiones estructurales que serán necesarias para soportar las cargas que aporta la estructura.



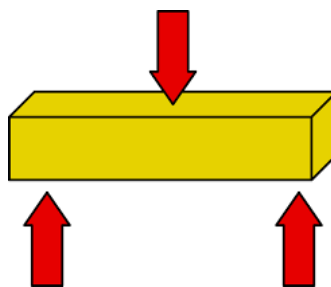
**Figura 7.** Ensayo a la compresión

**Fuente:** <https://www.ibertest.es/products/maquina-de-ensayo-para-materiales-de-alta-resistencia-la-compresion-serie-meh/>

### Resistencia a flexión con cargas a los tercios

Para este ensayo se utilizará la norma NTP 339.078 – (2012)

Se requiere de esta en mayor magnitud cuando la separación entre vigas es de dimensión pronunciada, donde el acero corrugado es el material que tiene un gran desempeño en la parte inferior de la viga en el centro del vano y en la parte superior en los extremos de la viga, el concreto de manera viceversa aporta al trabajo en la parte superior de la viga en el centro del vano como se muestra en las Figuras 8 y en la parte inferior a los extremos de la viga donde se produce el efecto de compresión.



**Figura 8.** Esfuerzo de flexión, aplicación

Fuente: [http://iesvilladenijar.musiquiatricos.es/TECNOLOGIA/TECNOU5/23\\_flexin.html](http://iesvilladenijar.musiquiatricos.es/TECNOLOGIA/TECNOU5/23_flexin.html)

Esta norma tiene como base la Norma ASTM C78/C39M-10.

Busca determinar la resistencia a la flexión, los elementos estructurales a ensayarse responderán a las normas NTP 339.033 o NTP 339.183 en cuanto a la preparación como al curado de los mismos, el resultado puede variar por muchos factores relacionados al cómo

fue preparado, la humedad de la viga o si la viga a ensayarse se moldeó con las dimensiones listas para la rotura o si esta es cortada a la dimensión deseada (NTP 339.078, 2008, p. 2).

La viga a ensayarse responde las siguientes dimensiones: 6"x6"x21", esta viga simplemente apoyada con una luz libre donde la luz entre apoyos es 3 veces la altura de la viga (18") y una presión de carga a los dos tercios de la luz libre (cada 6") aplicada sobre la cara de dimensiones 6"x21", tal como se muestra en la Figura 10, la maquinaria arrojará la carga máxima admisible hasta el momento de rotura en N, siendo convertida a MPa al dividirla entre la sección de la viga (6"x6") para así obtener la resistencia a la flexión de la viga ensayada. Los ensayos son realizados en las siguientes edades: 7, 21 y 28 días siendo en la última edad que se expresa la resistencia final del concreto endurecido. (NTP 339.078, 2008, p. 10). En la figura 9 se muestra la flexión con carga a los tercios.

“Como se puede apreciar en ella, cuando se alcanza el punto de fluencia el material puede alcanzar grandes deformaciones y aún mantenerse tensado antes de entrar en la zona de endurecimiento por deformación y posteriormente llegar a la rotura”. (Bermúdez, 2005, p. 7)



**Figura 9.** Ensayo a la flexión con carga a los tercios

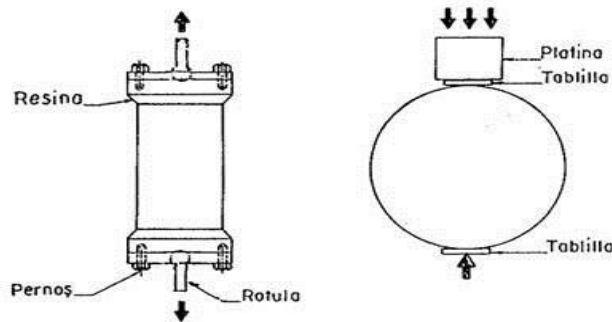
**Fuente:**[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732017000300131](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732017000300131)

#### Resistencia a tracción indirecta (método brasileño)

Esta norma tiene como base la norma UNE 83-306-85 EN 12390-6:2000.

El ensayo busca obtener la resistencia a tracción teniendo como elemento de ensayo las probetas cilíndricas las cuales se someterán a fuerza de compresión siendo esta aplicada a lo largo de toda su longitud. (Institut Tecnològic de Lleida).

Se usarán probetas de 150mm de diámetro y 300mm de altura donde la carga la es recibida a lo largo de la probeta (la tangente) como se muestra en la **Figura 10**, el ensayo expresará la resistencia a tracción en MPa. Los ensayos son realizados en las siguientes edades: 7, 21 y 28 días siendo en la última edad que se expresa la resistencia final del concreto endurecido, hallar la resistencia a la tracción es de suma importancia ya que esta es despreciable en el concreto



**Figura 10:** Ensayo a tracción indirecta (método brasileño)

**Recuperado de:** <https://civilgeeks.com/2011/12/10/la-resistencia-a-la-traccin-del-concreto/>

El concreto es una mezcla de distintos materiales, todos ellos con una proporción exacta según el contexto que se tenga, su diseño de mezcla varía según la zona, el tiempo climático, y distintos factores que siempre cumplen un papel importante a tener en cuenta.

El concreto se encuentra compuesto por los siguientes materiales: cemento, aire, agregados, tanto grueso como fino, agua, y aditivos. Estos componentes tienen un papel importante dentro de su estructura ya que poseen características que influyen directamente a las propiedades del concreto.

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, define al cemento: Es un material pulverizado y combinado con el agua forma la pasta de cemento que es capaz de endurecer tanto bajo el agua y en el aire. (2009, p. 26).

El cemento es un componente importante para la conformación del concreto, por crear una pasta que adhieren a los materiales, y es uno de los más importantes y recurrentes dentro de la construcción.

El agua se utiliza en distintas áreas que su uso es constante, también está presente en la construcción, El agua cumple un papel importante dentro del concreto al agregarlo a la mezcla se obtiene trabajabilidad; SENCICO nos menciona lo siguiente acerca del agua:

El agua al ser añadido a la mezcla del concreto, cumple la función de catalizador, este ayuda a formar la masa y al mismo tiempo aporta propiedades que el concreto requerirá en estado fresco para su fácil manipulación y colocación, además cumple función de brindar las propiedades necesarias en estado sólido. Es favorable que el agua sea potable, pero en caso no se tenga, se podrá usar agua de otras fuentes, tales como río, afluentes naturales, o ríos, con la condición que estas estén claras, que carezcan de olor y posean los requisitos químicos presentes en la norma NTP 339.088: Según los estándares de calidad del agua para la elaboración del concreto. (2014, p. 11)

En lo mencionado el agua cumple funciones tanto en estado fresco como en sólido, en estado fresco permite formar la pasta y en seco brinda al concreto las características necesarias. La norma establece las características que debemos tener en cuenta para la elección del agua en el escenario crítico que no se tenga agua potable, los componentes inherentes en el agua, afectará a la mezcla del concreto y pone en riesgo, pues no sabríamos cómo ir a reaccionar.

Los agregados son lo que ocupan más volumen en la mezcla de concreto.

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, define al agregado: es un material granular puede ser de origen artificial o natural ejemplo: arena, piedra triturada o grava, escoria de hierro, empleado con el cemento para la fabricación de concreto o mortero hidráulico. (2009, p. 25).

Los agregados se dividen en dos finos y gruesos, en los finos se encuentra la arena, tanto la fina como la gruesa, es todo el material que pasa el tamiz 3/8" y son retenido en la malla N° 200 y el grueso todo material que no pasa el tamiz N° 4 o en los superiores a este.

Aditivos

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, los define de la siguiente manera: Son materiales distintos al agua, agregado y cemento; estos aditivos son agregado antes o durante la mezcla para modificar sus propiedades (2009, p. 25).

Índice medio diario anual (IMDA)

El MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO, define al índice como el promedio de vehículos diarios para todos los días del año o un tramo dado, con esto permite considerar la sección de la vía y calcular la factibilidad económica (2018, p. 92).

## Pavimento rígido

En el Perú generalmente dos tipos de pavimento, el flexible que tiene sub base, base y carpeta de rodadura asfáltica; el otro es el pavimento rígido que cuenta con carpeta de rodadura de cemento, este pavimento tiene características diferentes a la otra por tal razón se tendrá que determinar su uso.

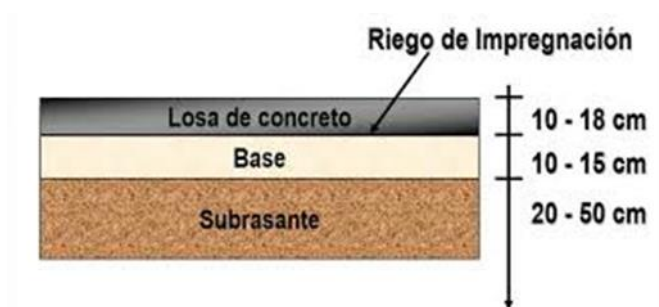
El Ministerio de Transporte y Comunicaciones define al pavimento rígido de la siguiente manera: Son estructura de pavimento por una sub base granular, en algunos casos lo estabilizan con cemento, asfalto o cal y una losa de concreto, también le pueden agregar aglomerante, agregados y de ser necesario aditivo. (2013, p. 24).

El MTC señala que la losa de concreto tiene la posibilidad en caso sea necesario y incorporares aditivos esto se dará por el tipo de carga que transitara y se diseña siempre para la carga mayor, porque las cargas menores no afectan al pavimento, por tal motivo se agregan aditivos para poder mejorar las características del concreto.

### Estructura del pavimento rígido

El MTC en el manual define la estructura del pavimento rígido de la siguiente manera: “El pavimento rígido está conformado por losa de concreto de cemento hidráulico y una subbase granular para uniformizar las características de cimentación de la losa.” (2013, p. 10).

A esto se debe añadir la sub-rasante, soporta toda la estructura del pavimento, en la siguiente **Figura 11** se observa la estructura del pavimento.



**Figura 11.** Partes del pavimento rígido.

**Fuente:** [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)

Según la norma Astm-c1579 al pavimento rígido Este método de ensayo compara el agrietamiento superficial de paneles de concreto reforzado con fibra del agrietamiento superficial de los paneles de hormigón de control sometidos a las condiciones prescritas de la moderación de la pérdida de humedad que son los suficientemente grades como para producir grietas antes del fraguado final del hormigón, este método de ensayo se puede utilizar para comparar el comportamiento de formación de grietas por contracción plástica de diferentes mezclas de concreto que contienen un refuerzo de fibras!

El pavimento rígido tiene diferentes modificaciones en su estructura (losa de concreto), principalmente porque en ocasiones se requiere mayor refuerzo, o mayor tenacidad, o alguna otra característica que se esté buscando mejorar, por tal motivo, tenemos diferentes categorías, el MTC los clasifica en tres categorías, cada uno usado según lo que demanda el diseño, en este proyecto de investigación me centrare más en el segundo tipo, ya que buscamos optimizar la resistencia del concreto, según la necesidad del distrito de Independencia.

Pavimento de concreto simple con juntas

Miranda menciona lo siguiente acerca de pavimento rígido.

Estos tipos de pavimentos se encuentran reforzado con fibras de acero [...] que están distribuidas de una manera aleatoria, por este motivo el concreto obtiene bondades tales como, mayor resistencia a la fatiga y a la tensión, figuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc. con una dosificación de unos 40 kg/m<sup>3</sup> de hormigón, se tiene la posibilidad de reducir el espesor de la losa hasta en un 30 % y, también aumentar el espacio entre juntas, por estos motivos y pese a su costo es que resulta una gran propuesta. [...] (2010, p. 11).

Comparto lo expresado con el autor, ya que este tipo de pavimento se debe usar en determinados lugares donde se acople al contexto, y la Av. 2 de mayo, distrito de Callao, es uno de estos, esta adición de fibras optimiza las bondades del pavimento rígido.

En los siguientes puntos profundizare más sobre las fibras de acero, su historia, propiedades, dimensiones, diferentes aplicaciones dentro de la construcción y, sobre todo, el gran aporte que representa la incorporación de estas fibras en las propiedades del concreto.

Dentro del Desarrollo del Proyecto de Investigación se ha realizado la formulación del problema, Para Behar: Es el resultado de una profunda y serena reflexión realizada por el investigador después de haber revisado detalladamente la literatura correspondiente (antecedentes teóricos y empíricos) e interiorizado los principales conceptos y proposiciones teóricas que le permiten formular con toda claridad y dominio el problema que se pretende resolver con la investigación. (2008, p. 27). En donde el problema general fue, ¿De qué manera la aplicación de la fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019? Los problemas específicos buscan determinar la resistencia del concreto (¿De qué manera la dosificación mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?; ¿De qué manera la propiedad dinámica mejora de la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?; ¿De qué manera la propiedad mecánica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?)

Esta investigación se justifica porque “Contiene argumentos fundamentales que sustentan la investigación a realizar, enfatizando aquellos de carácter técnico y social principalmente. Responde a la pregunta ¿Por qué y para qué realizar la investigación?” (Behar, 2008, p. 27). Para Toirac son: “Las exigencias impuestas a los hormigones se han incrementado en los últimos tiempos debido a la necesidad de obtener edificaciones de mayores resistencias a las acciones mecánicas, [...]. Todo ello ha conducido a que los tecnólogos del hormigón en el mundo realicen estudios sobre los materiales, dosificaciones y tecnologías de colocación, de tal manera que se cumplimenten los parámetros exigidos por cada proyecto”. (2009, p. 466 y 467). El presente proyecto de investigación se desea cubrir la necesidad de mejorar la resistencia del concreto y evitar fallas en el pavimento como fisuración, grietas y desprendimiento de los agregados y poder cumplir con las necesidades que se requiere, es por ellos que se necesita evaluar las condiciones del concreto: el concreto con fibra acero. También Los conocimientos previos de la resistencia del concreto con fibra de acero, en compresión, tracción y flexión se busca una mayor capacidad de resistencia del concreto y poder diseñar un pavimento con mejores resultados reduciendo el tiempo y mano de obra. Se busca una mejora estructural, también se busca una compensación económica o una relación costo – beneficio. También el presente Desarrollo del proyecto de investigación formará parte de investigaciones que será usado en beneficio de una mejora para el diseño de pavimento rígido con una buena resistencia y un diseño económico, la cual surge respecto a la innovación concreto del pavimento rígido.



En la investigación ha sido necesario formular hipótesis. Según Behar “[...] es necesario el enlace entre la teoría y la investigación que lleva a descubrir nuevos hechos. [...]” (2008, p. 31), la hipótesis general. La aplicación de la fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Las hipótesis especifican (La adecuada dosificación del concreto mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019; La adecuada manipulación de la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019; La adecuada manipulación de la propiedad mecánica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019)

Dentro del Proceso de investigación se han trazado objetivos, siendo el objetivo general, Determinar como la Aplicación de fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimentos rígidos en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Los objetivos específicos buscan mejorar la resistencia del concreto (Determinar como la dosificación mejora la resistencia en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019; Determinar como la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019; Determinar como la propiedad mecánica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.)

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación y Tipo de investigación**

El diseño de investigación para Behar es “Estudios experimentales es cuando el investigador manipula las condiciones de la investigación. [...]” (2008, p. 19)

El proyecto de investigación se cuenta con las variables independientes: Aplicación de la fibra de acero con 4 tipo de fibra de acero y el concreto el cual será ensayada con fibra de acero. Por consiguiente, el diseño de investigación es **experimental**.

El tipo de investigación se conocen el tema los nombran dos tendencias para investigar. Primera es una investigación básica, segundo es la investigación aplicada, Vargas menciona lo siguiente.

La investigación básica llamada también investigación exacta, fundamental o investigación pura, se encarga de analizar el fenómeno en estudio sin el propósito de una puesta en práctica inmediata, pero si tiene en cuenta que un futuro se puede aplicar estos conocimientos para servir como base para alguna investigación a futuro. La investigación aplicada lleva por nombre “investigación empírica o práctica”, se caracteriza por poner en práctica los conocimientos

adquiridos, al mismo tiempo que se obtiene nuevos conocimientos mediante la aplicación de dichos conocimientos. (2008, p. 6).

En resumen, la investigación básica se analiza el contexto actual para determinar cosas muy puntuales que en un futuro pueden ser usadas para nuevas investigaciones, que no necesariamente será pronto, mientras que en la investigación **aplicada** se hace uso inmediato de dichos conocimientos adquiridos.

El presente proyecto de investigación viene a ser aplicada, pues el conocimiento fue se adquirió mediante teorías establecidas y conocimiento que se aplicara en problemas reales para darle soluciones.

## **2.2. Variables y Operacionalización de variables**

Se define variable a una investigación aquella cualidad que de manera fácil se relaciona con las otras variables (Sabino, 1992, p. 62).

- (V.I.) Aplicación de la fibra de acero
  - o Propiedad química
  - o tipo de secciones
  - o tipo de fibra de acero
- (V.D.) Resistencia del Concreto
  - o Dosificación del concreto
  - o Propiedad dinámica
  - o Propiedad mecánica

Las variables, dimensiones e indicadores son mostrados en la **Tabla 2**.

“Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao–2019”

*Tabla 2. Operacionalización de variables*

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Independiente	Aplicación de la Fibra de acero	“La fibra de acero se clasifica en cuatro tipos según y cada tipo tiene un comportamiento distinto en el concreto, su uso es según sus dimensiones de la fibra, relación aspecto y secciones de la fibra de acero, relación longitud y diámetro” (Diseño de estructuras de concreto armado, 2017, Hamses, p154).	las fibras de acero es un material usado en la mezcla con el concreto por eso la fibra será analizadas según: su relación de la fibra a través de longitud y diámetro, será medido con ficha técnica; el tipo de sección será circular entre otras, será medidas con fichas técnica; el tipo de fibra en la cual encontramos la fibra de alambre entre otras fibras, será medida con ficha técnica. y poder saber el uso y comportamiento en el concreto	Propiedades Química	Adherencia	Ensayo del material
				Tipo de secciones	circular	Prueba de adición de la fibra
					cuadrada	
					rectangular	
				Tipo de fibra de acero	Fibras de alambre	Verificación del peso de la fibra y forma de la fibra
					Fibras cortadas de chapas	Verificación del peso de la fibra y forma de la fibra
					Fibras extraídas de la fundición	Verificación del peso de la fibra y forma de la fibra
					Fibras esbeltas	Verificación del peso de la fibra y forma de la fibra

Dependiente	Resistencia del concreto	<p>“El concreto es más resistente a compresión que a flexión, por razón la resistencia a la flexión es más significativa en concreto para pavimentos; la losa estará sometido a compresión y flexión. En el pavimento se diseña con el esfuerzo producido por paso de vehículos [...] sean menores a la resistencia máxima a flexión de la losa de concreto.” (Resistencia del concreto, 2015, Rivera, p. 133).</p>	<p>el concreto es un material que tiene resistencia pero para que logre se tiene que realizar lo siguiente: realizar dosificación del concreto a través de proporción de arena entre otros agregados para determinar la dosificación optima; se realizara pruebas a la propiedad Dinámica como el asentamiento mediante el ensayo de medición de asentamiento entre otros a realizar; se realizara pruebas a la propiedad mecánica como compresión para poder determinar la resistencia entre otros; permitiendo así la observación de los cambios que existan.</p>	Dosificación del concreto	Arena	Ensayo para la proporción de agregados y aditivos
					Piedra	
					Cemento	
					Aditivo	
				Propiedad Dinámica	Asentamiento	Ensayo de medición del asentamiento
					Temperatura	Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla
					Peso unitario	Ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire
				Propiedad Mecánica	Compresión	Ensayo de resistencia a la compresión
					Tracción	Ensayo de tracción indirecta
					Flexión	Ensayo de resistencia a la flexión

### **2.3. Población y muestra**

En población se tendrá los pavimentos rígidos del AA. HH Playa Rímac-Callao, de donde se van a extraer el material de estudio en la presente investigación.

Behar dice:

La muestra es un subgrupo de la población. Se puede decir que son elementos pertenecientes a un conjunto definido al que se llama población. De la población se extraer muestras representativas del inverso. [...] (2008, p. 51).

El muestreo no aleatorio simple “La técnica que permite seleccionar muestras con una clara intención o por un criterio preestablecido [...]” (Niño, 2011, p. 58).

“Muestreo intencionado: [...]. El investigador escoge elementos que a su juicio son representativos, lo que exige un conocimiento previo” (Behar, 2008, p. 53).

Para la muestra se tomará la avenida dos de mayo donde se harán probetas y vigas prismáticas para luego ser ensayado en laboratorio y ver cuál es la dosificación más optima y resistente para mejorar la carpeta del pavimento.

El muestreo será no probabilístico – intencionado porque la muestra no será seleccionada al azar, en la norma técnica peruana indica que se necesita realizar 3 probeta de concreto a los 7,14 y 28 días por diseño de mezcla y estará basada al criterio del investigador puede que sea por conocimiento de la población o por necesidad de la misma.

### **2.4. Técnica de investigación, Instrumentos de recolección de datos, validez Confiable**

Para definir la técnica usada, Niño dice acerca de la práctica de observación:

[...] Se necesitará preparar un plan de observación, acorde con la investigación y el cronograma, en que se prevean aspectos como: observador(es), [...] fenómenos u objetos observados, fecha, [...], tiempos de observación, aspectos por observar (proceso, resultados, recursos o materiales, contenido, cualidades, comportamientos, interacciones, etcétera). (2011, p. 94).

Se usará la técnica de observación sistemática con la cual nos dará resultados arrojados por los ensayos, los cambios de resistencias de diferentes ensayos en las edades que se requieran del concreto, esta técnica es imprescindible ya que se necesitarán la toma de datos de todos los cambios, físicos y mecánicos en el concreto, en el tradicional y en el concreto con fibra de acero contemplando ambas dosificaciones.

Los instrumentos de recolección de datos son: “[...] los instrumentos tienen como función “capturar los datos o la información” requerida con el fin de verificar el logro de los objetivos de la investigación, medir las variables y validar la hipótesis, en caso de que se complementen” (Niño, 2011, p. 87).

El instrumento de recolección de datos deberá de cumplir con las solicitudes del proyecto de investigación que se realiza, con los parámetros establecidos y correlacionados en cuanto al ensayo a realizarse, edad de la muestra, nomenclatura o código designado a la muestra, resultado obtenido, observaciones, lugar donde se realizan los ensayos.

La validez del instrumento será dada por la evaluación de **tres especialistas**, ellos determinarán si los datos solicitados en la ficha son los necesarios para la investigación que se realiza.

La validación será: “Validez: esto indica la capacidad de medir las cualidades para las cuales ha sido construida y no otras parecidas. [...] Una escala es válida cuando verdaderamente mide lo que afirma medir” (Behar, 2008, p. 73)

La validez de esta investigación será la **certificación brindada por el especialista** de la materia en cada proceso que se realizará, cada ensayo o proceso realizado en laboratorio necesitará la validez del especialista en el campo como los ensayo, como: concreto, suelos, resistencia de materiales, etc. Ellos darán fe de que el ensayo se realizó de manera correcta y sin problemas, lo que indica que no existió de un error humano.

“[...] es una exigencia básica, por seguridad a la exactitud y la veracidad de los datos. Para que sea confiable un instrumento, este debe medir la veracidad al mismo sujeto participante en distintos momentos y arrojar los mismos resultados. [...]” (Niño, 2011, p. 87).

La confiabilidad es la relación con la máquina que se realiza los ensayos, es necesario que estén calibrados, cada maquinaria requiere de una calibración cada determinado tiempo, ya que con dicha calibración se podrá certificar que los resultados no tienen errores y sin lugar a error máquina.

Los ensayos que serán presentado en la investigación: resistencia a compresión, resistencia a tracción y resistencia a flexión, la norma indica que la **calibración de la máquinas** no sea mayor a los 13 meses de la última calibración.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

“Este tipo de operación se efectúa de forma natural, con información numérica resultante de la investigación. [...] se presentará un conjunto de cuadros, tablas y medidas [...] (Sabino, 1992, p. 152).

Por ello los métodos de análisis será cuantitativo, clasificado como tal por la forma que se obtienen los resultados de los ensayos (datos numéricos) y por el análisis de estos los cuales se representarán en tablas para la comparación entre ellos y/o manipulación en aplicaciones.

El nivel de investigación “[...], esto responde a porque al objeto que se investiga. Y describir los fenómenos, tratando de explicar el comportamiento de las variables. [...]” (Behar, 2008, p. 21 y 22)

Con la premisa hecha, la investigación es **explicativa** ya que los resultados(cuantitativa) van a ser explicado por el investigador ya que los resultados no se expresan legible repuesta a la problemática, por tal motivo tendrá que ser explicado por el investigador por medio de comparación y/o análisis de muestra y aplicaciones de las mismas.

Enfoque de investigación según: Niño, se define el enfoque es cuantitativo ya se llevarán a cabo ensayos que arrojarán resultados con valor numérico cuantificable, haciéndolo verificable y comparables, con esto hallar mejoras o deficiencias en las muestras. Y así usar estos datos para el diseño de una vía donde las mejoras también son medibles: la conservación del pavimento y en cm la disminución de espesores.

“La investigación cuantitativa está relacionado con la “cantidad” y, por esto, su principal elemento es la medición y cálculo. Busca medir magnitudes. [...]” (Niño, 2011, p. 30).

## 2.6. Aspectos éticos

Los ensayos realizados en esta tesis han sido delimitados por las Normas Técnicas Peruanas de ensayos de concreto fresco y endurecido, siendo así estos resultados verídicos y expresan las nuevas características del concretos.

Siendo de esta manera una tesis totalmente fehaciente en cuanto a la obtención, análisis y usos de los resultados que se necesiten para la absolver los problemas planteado.

## 2.7. Procedimiento

El diseño de la mezcla responde a los materiales que intervienen en la elaboración de la misma, es por ello que se realizan ensayos para conocer las propiedades de los materiales.

Y con la previa que se encuentra en el artículo n.º 1 de la revista avances en la ingeniería civil, refiere que el proceso de la elaboración de la mezcla se basa en la proporción idónea para el diseño en base a lo que se busca, determinada resistencia a la compresión, una buena trabajabilidad o en otros casos un retardante o acelerante de fragua, estos son aditivos pero estos también responden a una proporción del total de la mezcla la cual conjuntamente con los agregados; arena, piedra, agua y cemento; responden a una tanda dada según la evaluación de los materiales mencionados líneas arriba, también el autor del artículo hace ahínco en la relación agua cemento ya que de esta depende mucho la resistencia del concreto que se elabora, así como también de esta relación depende en incremento del precio del mismo (Mahmound, 2019, p. 5)

Agregado grueso, piedra chancada

La piedra chancada que fue usada responde a lo siguiente:

Medida : 1/2"

Marca : Unicon

Cantera : Jicamarca

Se optó por el uso de la piedra chancada Unicon no por que garantice una calidad del material, implique este una mejora al concreto o un precio idóneo, se acogió este agregado grueso por la uniformidad del mismo, siendo el embolsado de manera homogénea parte de la empresa concretera, en su presentación en bolsas de 40 kg. mostrado en la Figura 12.



Figura 12. Agregado fino y grueso

Fuente: Propia



Con los siguientes valores de gravedad específica, alineado con la norma ASTM C – 128.

▪ Peso específico	: 2.753	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Peso específico saturado	: 2.784	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Peso específico aparente	: 2.813	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Absorción	: 0.76%	por/ciento

El análisis granulométrico por tamizado, alineado a la NTP 400.012, arroja valores de:

▪ Módulo de fineza	: 6.61	
▪ Tamaño máximo	: 3/4"	pulgadas

Respondiendo a los siguientes pesos unitarios:

▪ Peso unitario suelto	: 1542	kg/m <sup>3</sup>
▪ Peso unitario compactado	: 1645	kg/m <sup>3</sup>

### **Agregado fino, arena gruesa**

Para el agregado fino (arena gruesa) de la marca Unicon.

Se optó por el uso de la arena gruesa Unicon no por que garantice una calidad del material, implique este una mejora al concreto o un precio idóneo, se acogió este agregado grueso por la uniformidad del mismo, siendo el embolsado de manera homogénea parte de la empresa concretera, en su presentación en bolsas de 40 kg. mostrado en la **Figuras 13**.



Figura 13. Agregado fino

Fuente: Propia

Con los siguientes valores de gravedad específica, alineado con la norma ASTM C – 128.

▪ Peso específico	: 2.662	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Peso específico saturado	: 2.693	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Peso específico aparente	: 2.721	gr/cm <sup>3</sup>
▪ Absorción	: 1.25%	por/ciento

El análisis granulométrico por tamizado, alineado a la NTP 400.012, arroja valores de:

- Módulo de fineza : 2.81

Respondiendo a los siguientes pesos unitarios:

- Peso unitario suelto : 1493 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado : 1798 kg/m<sup>3</sup>

### **Cemento, portland Tipo I**

El cemento usado fue cemento portland tipo I marca SOL, en su presentación de 42.5 kg mostrado en la **Figura 14**, la marca fue escogida sin una predominación de calidad entre otras marcas o clasificación de las mismas.

Fue escogida de manera aleatoria.



Figura 14. Cemento Portland tipo I

Fuente: Propia

### **Fibra de acero DRAMIX 3D**



Figura 15. Fibra de acero DRAMIX 3D

Fuente: Propia

La fibra de acero que se usó siendo esta la indispensable y representando la variable independiente en el presente trabajo de investigación esta fue la fibra de acero DRAMIX 3D en su presentación de bolsa de papel de 20 kg. esta se muestra en la **Figura 16**.

## **Diseño de mezcla**

### **Concreto Patrón**

Respondiendo a valores de:

- Resistencia a compresión : 280 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento : 1" – 3"
- Relación agua/cemento : 0.48

Proporción por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 458 kg
- Agua : 220 lt
- Agregado fino : 884 kg
- Agregado grueso : 915 kg

Proporción en peso:

- 1: 1.93: 2.00 / 20.4 lts/bolsa

Proporción en volumen:

- 1: 1.96: 1.96 / 20.4 lts/bolsa

### **Concreto con fibra de acero al 0.1%**

Respondiendo a valores de:

- Resistencia a compresión : 317 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento : 1" – 3" pulgadas
- Relación agua/cemento : 0.48

Proporción por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 458 kg
- Agua : 220 lt
- Agregado fino : 874.1 kg
- Agregado grueso : 905.1 kg
- Fibra de acero : 1.8 kg

Proporción en peso:

- 1: 1.91: 1.98: 0.0393 / 20.4 lts/bolsa

Proporción en volumen:

- 1: 1.93: 1.94: 0.00156 / 20n .4 lts/bolsa

### **Concreto con fibra de acero al 0.8%**

Respondiendo a valores de:

- Resistencia a compresión : 325 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento : 1" – 3cc0" pulgadas
- Relación agua/cemento : 0.48

Proporción por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 458 kg
- Agua : 220 lt
- Agregado fino : 876.8 kg
- Agregado grueso : 907.8 kg
- Fibra de acero : 14.4 kg

Proporción en peso:

- 1: 1.91: 1.98: 0.031441 / 20.4 lts/bolsa

Proporción en volumen:

- 1: 1.94: 1.95: 0.01617 / 25.4 lts/bolsa

### **Concreto con fibra de acero al 2%**

Respondiendo a valores de:

- Resistencia a compresión : 279 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento : 1" – 3" pulgadas
- Relación agua/cemento : 0.48

Proporción por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 458 kg
- Agua : 220 lt
- Agregado fino : 866 kg
- Agregado grueso : 897 kg

- Fibra de acero : 36 kg

Proporción en peso:

- 1: 1.89: 1.96: 0.07860 / 20.4 lts/bolsa

Proporción en volumen:

- 1: 1.90: 1.93: 0.27841 / 20.4 lts/bolsa

### **Elaboración de la mezcla**

NOTA: Este procedimiento aplica para los 4 diseños, el concreto patrón denominado con la nomenclatura “**cp**”, este diferido con los otros dos diseños por la inclusión de la fibra de acero DRAMIX 3D en sus dosificaciones de 0.1, 0.8 y 2.0%, adoptando la nomenclatura de “**ca 0.1%**, **ca 0.8%** y **ca 2%**” respectivamente.

Se inició con el pesaje de los agregados según el diseño realizado, visto esto en las **Figuras 16** mostrando: arena gruesa, piedra chancada de 1/2”, cemento y el agua para el concreto tradicional.

Para la inclusión de la fibra metálica en uso, tiene la versatilidad de ser agregada en cualquier medio siendo estos los descritos a continuación:

- De ser comprado como concreto premezclado: la fibra se incluirá directo a la tolva del mixer cuando este llegue a la obra, no requiere de mano de obra especializada y el proceso se rige a las siguientes recomendaciones de, mantener el mixer a alta velocidad de 12 revoluciones por minuto y si es posible más, echar un máximo de 60 kilos de fibra por minuto estas sin su bolsa de papel, cuando se termine de vaciar la cantidad a usarse mezclar por 5 minutos, la inspección es visual, de no notarse una distribución uniforme mezclar por 30 segundo más, las veces necesarias.
- De realizarse en una mezcladora de concreto agregar las fibras a usarse lanzándolas directamente a la entrada de la mezcladora cuando la mezcla esté lista y seguir con la mezcla por 30 segundos más por pie cúbico que se esté preparando en la mezcladora.
- La experiencia que se tuvo con la fibra de acero fue que esta viene en pequeñas laminas pegadas entre sí, pero estas al contacto con el agua se disuelven, sin provocar ningún problema al momento de la mezcla.



Figura 16. Pesaje de agregados fino y grueso

Fuente: Propia

La realiza el pesaje de la fibra de acero, contemplando el 0.1%, 0.8% y 2% de fibra de acero, como se puede ver en las **Figuras 17**.

Luego de pesar el material, la recomendación es proporcionarla en contenedores de tal manera que estos contengan la cantidad tolerante a lo que se puede cargar, para no tener problemas al momento de vaciarlo a la mezcladora, evitando así una pérdida de material y fallar con las tandas del diseño, de esta manera también se evitará daños de ergonomía en la persona que ejecuta la inclusión de los agregados ni accidentes con la mezcladora por no contar con la fuerza necesaria para cargar los contenedores (baldes) con los agregados.



Figura 17. Fibra de acero al 0.1%, 0.8% y 2%

Fuente: Propia

En el caso del concreto con fibra de acero, la inclusión de la fibra se realizó cuando la mezcla ya era homogénea, se continuó con el mezclado por 30 segundos más para una correcta distribución.

La incorporación de la fibra fue de manera manual y directo a la mezcladora como se puede ver en la **Figura 18**



Figura 18. Incorporación de Fibra de acero.

Fuente: Propia

La mezcla se vació sobre una carretilla buggy para el trabajo con esta, la diferencia visual entre estos diseños se muestra en la **Figura 19**. Donde a mayor sea el incremento de la fibra de acero en la mezcla esta se ve más tosca, pero sin dejar de ser homogénea.



Figura 19. Diferencia visual entre diseños.

Fuente: Propia

Al estar lista la mezcla y siguiendo la alineación de la NTP 339.036 (1999), Hormigón. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco. Se procede con la elaboración de los ensayos al concreto fresco, así como las probetas para determinar la resistencia del concreto según los parámetros y procedimientos que la norma designe.

Parámetros básicos:

- **Tiempo** : Para la elaboración de ensayos y probetas para pruebas debe de ser el menor posible y no más de 15 minutos.

- Ensayos de : Asentamiento y contenido de aire, con un rango máximo de 5 minutos.

- Evitar : Vibraciones, exposición al sol, viento y otros agentes que produzcan una acelerada evaporación, así como la contaminación de la muestra.

Este último punto no hubo riesgo alguno al realizarse los ensayos en el laboratorio no aplicó el transporte de la mezcla a otro lugar, y no contaba con agentes como el sol ni vientos al estar dentro del recinto de la universidad Villa Real.

### Propiedad Dinámica.

Pertenecientes a las propiedades físicas del concreto.

#### Ensayo de medición del asentamiento NTP 339.035 – (1999)

Para determinar la trabajabilidad en el concreto en cuestión, se usaron las herramientas mostradas en la **Figura 20**.



Figura 20. Herramientas usadas en ensayo de SLUM.

Fuente: Propia

Se realizó el vaciado en el cono de abrams en 3 capas, con 25 golpes con la barra lisa apisonando el concreto; en la primera capa los golpes llegan a la base, pero en las dos siguientes la barra solo penetra ligeramente en la capa anterior; los golpes se iniciaron en todo el perímetro avanzando hacia el centro formando un espiral, como se muestra en la **Figura 21**.

La última capa fue llenada en exceso como se ve en la **Figura 22** para que cuando se den los 25 golpes este no descienda dejando un vacío y posteriormente su enrasado.



En el diseño de mezcla realizado se trató de conservar el SLUMP entre 3" y 4" para poder trabajar con esta en el vaciado de la edificación, se tomó esta precaución ya que con la recopilación de los antecedentes se pudo observar que el asentamiento del concreto con fibra de acero con respecto al mismo diseño de mezcla sin fibra de acero.

De tal manera el uso de investigaciones pasadas fue un gran aporte para no cometer errores de diseño desestimando el uso del concreto desde un inicio por la trabajabilidad del mismo.



Figura 21. 25 golpes por capa.

Fuente: Propia



Figura 22. Enrasado en última capa.

Fuente: Propia

Los resultados de estos ensayos se miden al retirar el cono y voltearlo al lado del concreto y midiendo cuanto es que este ha descendido usando de nivel la barra para el apisonado y la wincha esta medida aproximada a los 0,5 cm. o 1/4". Los resultados arrojados se muestran en la **Figura 23**.



Figura 23. Resultado de ensayo de SLUMP.

Fuente: Propia

## **Contenido de aire por el método de presión ASTM C231**

Para poder determinar el contenido de aire en el concreto se necesitó del instrumento medidor de aire mostrado en la **Figura 24** y de herramientas manuales como, martillo de goma, barra lisa de 16mm (5/8") de diámetro, una regleta para el rasado y una jeringa para adherir agua al medidor.

Todas las herramientas e instrumentos que tendrán contacto con la mezcla deberán de estar saturadas de agua, siendo estas lavadas al inmediato culmino del su uso para evitar que el concreto se pegue a las herramientas.



Figura 24. Medidor de aire.

Fuente: Propia

## **Ensayos al concreto endurecido**

Para la obtención de las propiedades mecánicas del concreto.

### **Resistencia a la compresión NTP 339.034 – (2008)**

Este procedimiento se realizó para los 3 diseños: ct, cf 0.5% y cf2%.

Lo esperado de este ensayo es el incremento de esta propiedad con los porcentajes de fibras mencionados, el artículo elaborado por Yenny para la revista Applied mechanics and materials, basó la investigación netamente enfocado a la resistencia a compresión presentando las probetas al fuego, realizando una comparación entre ambos casos, centrándonos en lo relevante para la presente investigación que se realiza, es el incremento

de la resistencia que se obtiene cuando el autor del artículo obtiene mejoras con el uso del 1 y 1.5% de fibra (Yenny, 2015, p. 222).

Siendo un dato positivo y alentador lo previamente mencionado para el ensayo que se presentará a continuación donde la importancia de esta propiedad en la edificación es de mucha importancia por el aporte a la rigidez que este tendrá, siendo uno de los factores que mejor es aprovechado en el campo estático por el soporte de carga, así como en el campo dinámico brindando rigidez de unión entre los puntos de intersección o nodos.

Se inicia con la elaboración de probetas cilíndricas de alineándose a la NTP 339.033, Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto.

Las herramientas manuales necesarias fueron: martillo de goma, barra lisa de 16mm (5/8") de diámetro, una regleta para el rasado y los moldes cilíndricos mostrados en la **Figura 25**, estos moldes tienen una medida de 152.4mm de diámetro (6") y 304.8 mm de alto (12"). Y la maquinaria usada es la prensa hidráulica mostrada en la **Figura 26**.



Figura 25. Probetas cilíndricas

Fuente propia



Figura 26. prensa hidráulica

Fuente propia

Todas las herramientas e instrumentos que tendrán contacto con la mezcla deberán de estar saturadas de agua.

Luego de la elaboración de la mezcla se procede con el llenado de las probetas en 3 capas, con 25 golpes con la barra lisa apisonando el concreto por capa; en la primera capa los golpes llegan a la base, pero en las dos siguientes la barra solo penetra ligeramente en la capa anterior; los golpes se iniciaron en todo el perímetro avanzando hacia el centro formando un espiral.

Estas se desencofran a las 24 horas para continuar con el curado de las probetas cilíndricas hasta la fecha de su rotura, como se aprecia en la **Figura 27**.



Figura 27. Curado de probetas.

Fuente propia

En el proceso de la rotura se tomaron los datos de fuerza aplicada en kg.f, para el fallo en la probeta como muestra la **Figura 28**, la cual al dividirse entre el área da como resultado el  $f'_c$  en kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 28. Rotura de probetas a compresión

Fuente: Propia

Tabla N°3 . Rotura de probetas de concreto a compresión, tracción y flexión.

Concreto	Propiedades mecánicas del concreto					
	Compresión (kg/cm2)		Tracción ind. (kg/cm2)		Flexión (kg/cm2)	
	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio
ct	313		49.71		50.32	
	317	313	49.99	50	50.46	50
	309					
cf 0.1%	319		50.81		50.98	
	315	317	50.87	51	50.58	51
	318					
cf 0.8%	327		50.95		51.98	
	319	325	51.08	51	51.11	52
	328					
cf 2.0%	278		45.11		43.96	
	275	279	44.95	45	44.75	44
	284					

Fuente: Elaboración propia.

En el lugar de la investigación se aplicó Este método de ensayo compara el agrietamiento superficial de paneles de concreto reforzado con fibra del agrietamiento superficial de los paneles de hormigón de control sometidos a las condiciones prescritas de la moderación la pérdida de humedad que son lo suficientemente grades como para producir grietas antes del fraguado final del hormigón, este método de ensayo se puede utilizar para comparar el comportamiento de formación de grietas por contracción plástica de diferentes mezclas de concreto que contienen un refuerzo de fibras.

Los paneles de hormigón de control fibra de hormigón armado se preparan de una manera prescrita están en puestos a condiciones de secado controladas después de acabado, las condiciones de secado se notan y pretenden ser lo suficientemente como para inducir la formación de grietas por contracción plástica en paneles de prueba de hormigón de control, la velocidad de evaporación de una superficie de agua libre se monitoria mediante sartenes colocados al lado de los paneles en la cámara ambiental.

Paneles es un parámetro importante en este método es la tasa de pérdida de agua por evaporación, que está controlada por las condiciones atmosféricas que rodean las muestras



de ensayo dado que las probetas de hormigón no siempre tendrán la misma tasa de evaporación de agua como el recipiente de agua debido a la evaporación de efectos desangrado y la velocidad de evaporación de 1,0 kg/m<sup>2</sup>/ h de la cacerola de agua representa la tasa de evaporación mínima que debe ser alcanzado para esta prueba.

La pérdida de humedad de los paneles de ensayo de hormigón también se puede supervisar (reportar, sin embargo, la velocidad de evaporación de la superficie libre del agua en la bandeja es el parámetro que se debe utilizar para cuantificar el entorno de secado)

La prueba se termina en el momento de la fijación final del hormigón determinado de acuerdo con la norma ASTM C403 / C403M, a las 24 horas de la mezcla inicial, se determina la anchura media de grietas y una relación de reducción de agrietamiento se calcula a partir del ancho de fisura media de los paneles de hormigón reforzado con fibra, la anchura media de grietas de los paneles de hormigón de control.



Figura 29. Panel de 1 m<sup>2</sup> de concreto sin fibra

Fuente: Propia



Figura 30. Panel de 1 m<sup>2</sup> de concreto con fibra 0.1%

Fuente: Propia



Figura 31. Panel de 1 m<sup>2</sup> de concreto con fibra 0.8%

Fuente: Propia





Figura 32. Panel de 1 m<sup>2</sup> de concreto con fibra 2.0%

Fuente: Propia

Tabla N°4. Evaluación del Agrietamiento del concreto Astm-C1579.

<b>Evaluación del Agrietamiento del concreto Astm-C1579</b>				
panel de concreto de 1 m <sup>2</sup>	Fisuración en el concreto (cm) y numero de fisuras encontrados			
	2 cm	5 cm	8 cm	12 cm
ct	12	8	10	3
cf 0.1%	8	6	7	1
cf 0.8%	6	4	3	1
cf 2.0%	7	3	1	2

Fuente: Propia

### **III. RESULTADOS**

#### **HIPÓTESIS GENERAL**

Esta investigación tiene como Hipótesis general, La aplicación de la fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019

En este punto la información que se requiere para determinar cómo la aplicación de la fibra mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac por tal motivo se evaluarán las distintas etapas que involucran la aplicación de fibra de acero mejoras en la resistencia del concreto tales como la investigación de la dosificación del concreto en donde primero se va analizar el agregado fino y grueso con el ensayo de granulometría para determinar las características del material, el agua va ser potable por lo que no es necesario realizar un ensayo, la fibra de acero tiene su ficha técnica del material y el cemento que se va utilizar es de la marca sol; Propiedad Dinámica se va realizar ensayo al concreto en su estado fresco como es slump para determinar el asentamiento; propiedad Mecánica se analizara el concreto endurecido en compresión a los 7,14 y 28 días, tracción y flexión será ensayadas a los 28 días desde el vaciado.

#### **1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

Siendo la primera Hipótesis específicas. La adecuada dosificación del concreto mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Por lo que se tendrá que realizar granulometría al agregado fino y grueso, el agua va ser potable por tal motivo no tendrá que ser ensayada porque cumple con la norma, la fibra de acero va ser de la empresa DRAMIX 3D que se conoce sus características por la ficha técnica entregada por la empresa; se tendrá que realizar cuatro dosificaciones de diseño de mezcla, la primera va ser un concreto patrón de resistencia a compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> de donde se va inicial las demás dosificaciones con fibra de acero al 0.1%, 0.8% y 2%.

#### **INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.**

Las características de los agregados son de gran importancia en el diseño de mezcla, por tal motivo los agregados tienen que cumplir con los estándares mínimos de calidad para obtener un diseño optimo en el caso del agua se va utilizar potable y no va necesitar estudio, en el caso de la fibra de acero tiene su ficha técnica del material el cual ya no necesita ser ensayada para determinar las características del material y así obtener una buena dosificación que sea resistente.

Tabla 5. resultados del agregado grueso

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>						
<b>ASTM C136- NTP400.012</b>						
<b>Granulometría</b>					<b>Características Física</b>	
Malla	Pesos Retenidos en gramos	(%) Retenido	(%) Retenido Acumulado	Pasante acumulado (%)	Módulo de fineza	6.61
					Tamaño máximo	3/4.
3"				100.00	(A) peso de tara (g)	415.5
2 1/2"				100.00	(B) peso de muestra original húmeda (g)	2358.7
2"	-			100.00	(C) peso de muestra seca	2354.6
1 1/2"	-			100.00	% Humedad [B-C]*100/[C-A]	0.21
1"	-			100.00		
3/4"	123.10	3.60	3.60	96.40	(D) peso de tara(g)	415.5
1/2"	1040.60	30.40	34.00	66.00	(E) peso de la muestra seca (g)	2354.6
3/8"	857.30	25.00	59.00	41.00	(F) peso de la muestra seca lavado seca (g)	2340.2
N° 4	1337.20	39.00	98.10	1.90	% Pasante de M# [E-F]/[E-D]	0.74
N° 8	61.20	1.80	99.80	0.20	Observaciones:	
N° 16	2.80	0.10	0.00	0.00		
N° 30	0.00	0.00	0.00	0.00		
N° 50	0.00	0.00	0.00	0.00		
N° 100	0.00	0.00	0.00	0.10		
Fondo	2.40	0.10	99.90	-		
Total (a)	3424.60	100.00	Módulo de Fineza	6.661		

Fuente: Elaboración propia

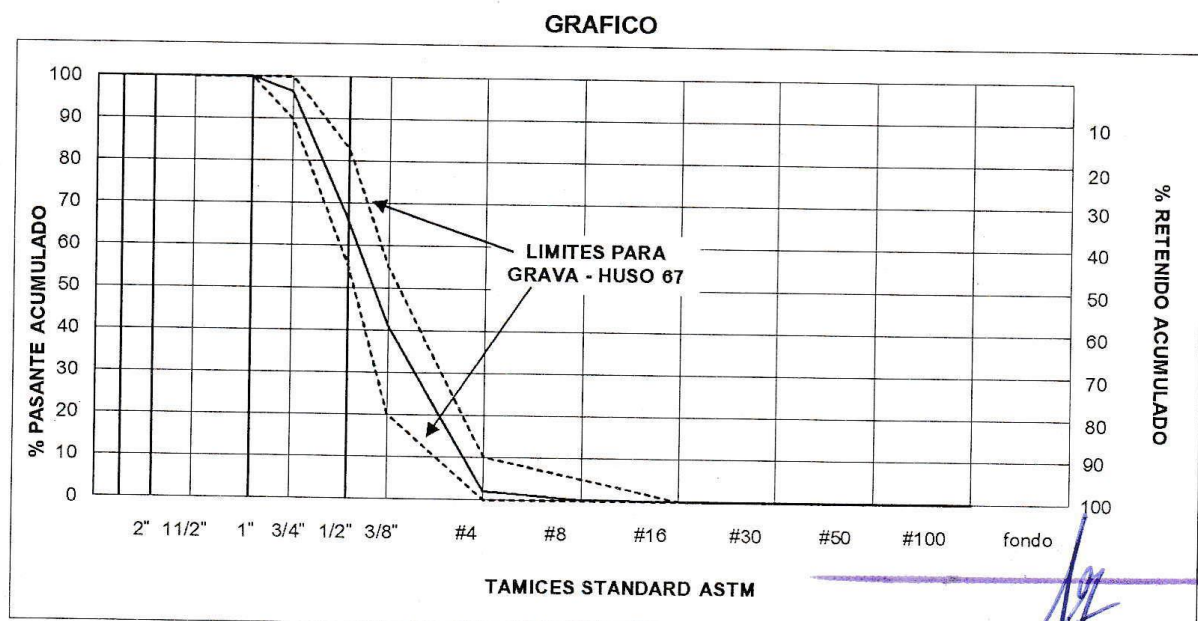


Figura 33. Gráfico de Grava- Huso 67

Fuente: Propia

Tabla 6. resultados del agregado fino.

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>						
<b>ASTM C136- NTP400.012</b>						
<b>Granulometría</b>					<b>Características Física</b>	
Malla	Pesos Retenidos en gramos	(%) Retenido	(%) Retenido Acumulado	Pasante acumulado (%)	Módulo de fineza	2.81
3"				100.00	Tamaño máximo	
2 1/2"				100.00	(A) peso de tara (g)	356.1
2"	-			100.00	(B) peso de muestra original húmeda (g)	1474.2
1 1/2"	-			100.00	(C) peso de muestra seca	1461.8
1"	-			100.00	% Humedad $[B-C]*100/[C-A]$	1.12
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	(D) peso de tara(g)	356.1
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	(E) peso de la muestra seca (g)	1461.8
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	(F) peso de la muestra seca lavado seca (g)	1415.3
N° 4	5.10	0.80	0.80	99.20	% Pasante de M# $[E-F]*/[E-D]$	4.21
N° 8	121.60	17.90	18.60	81.40	Observaciones:	
N° 16	132.80	19.50	38.20	61.80		
N° 30	136.50	20.10	58.30	41.70		
N° 50	115.90	17.10	75.30	24.70		
N° 100	98.30	14.50	89.90	10.20		
Fondo	69.30	10.20	100.00	0		
Total (a)	679.50	100.00	Módulo de Fineza	2.81		

Fuente: Elaboración propia

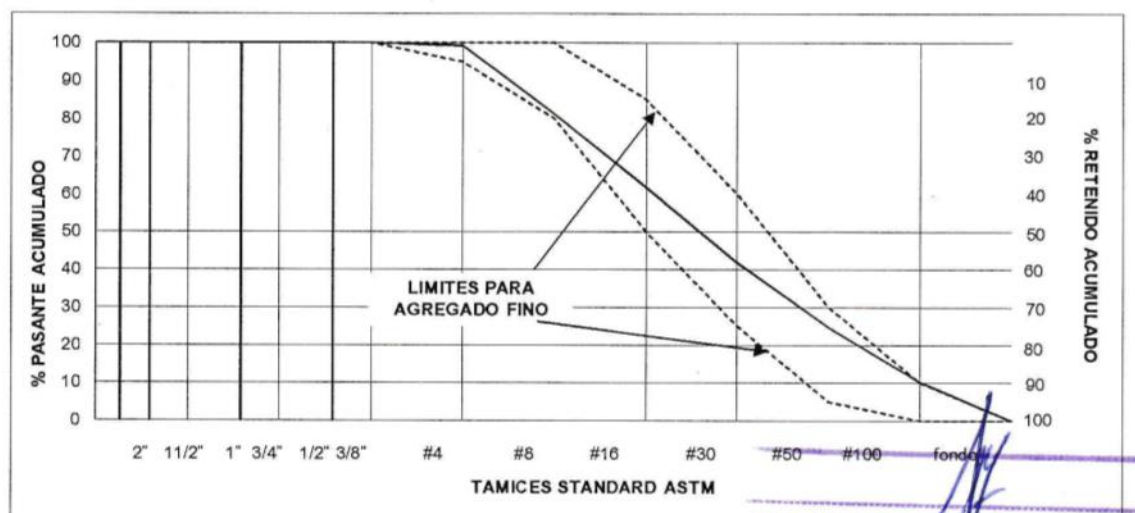


Figura 34. Grafico del agregado Fino

Fuente: Propia

## INVESTIGACIÓN DE PORCENTAJE DE DOSIFICACIÓN

Se realizaron estudio de diseño de mezcla con el fin de obtener un concreto patrón o también conocido como concreto tradicional (ct) con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>, al concreto patrón se le va incorporar fibra de acero el cual aparecerá como (cf) con esto se busca mejorar la resistencia del concreto.

Tabla 7. resultados de la dosificación.

Diseño de mezcla					
Concreto	Proporción en peso ( kg ó lt)				
	Cemento	A. fino	A. grueso	Agua/bolsa	Fibra de acero
ct	1.00	1.93	2.00	20.40	0.000000
cf 0.1%	1.00	1.91	1.98	20.40	0.003930
cf 0.8%	1.00	1.91	1.98	20.40	0.031441
cf 2.0%	1.00	1.89	1.96	20.40	0.078600

Fuente: Propia

En el caso del agregado grueso se serán extraído de la cantera de YERBABUENA-UNICON, se realizó ensayo de granulometría para comprobar si cumple con la normas ASTM C 136- NTP 400.012, para poder determinar la fineza del agregados grueso y fino, en el caso del agua será agua potable la cual cumple con los estándares, en el caso de la fibra será de la marca DRAMIX 3D que tiene su ficha técnica y cemento Sol tipo I, después del

ensayo se determinó la característica del agregado grueso que fueron el Módulo de fineza el cual es 6.61; el tamaño máximo nominal  $\frac{3}{4}$ " y contenido de humedad de 0.21%; en el caso del agregado fino se obtuvo un módulo de fineza de 2.81 y un contenido de humedad de 1.12%. En el diseño de mezcla se dosifico para 1 m<sup>3</sup> con una resistencia a compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> con asentamiento 1" – 3", la relación agua/cemento 0.48, con una proporción en volumen: 1: 1.96: 1.96 / 20.4 lts/bolsa; en el concreto más fibra de acero al 0.1 %, dio proporción en peso: 1: 1.91: 1.98: 0.0393 / 20.4 lts/bolsa; el diseño con fibra 0.8% da una proporción en peso: 1: 1.91: 1.98: 0.031441 / 20.4 lts/bolsa; con una dosificación de concreto con fibra al 2% da una proporción en peso: 1: 1.89: 1.96: 0.07860 / 20.4 lts/bolsa.

## 2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

La segunda Hipótesis específica es la adecuada manipulación de la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Para la cual las cuatro dosificaciones serán ensayadas con el slump para medir la fluidez del concreto y este se adapte al encofrado y tenga menor cangrejas después del desencofrado y menos vacío en el concreto es más resistente.

Tabla 8: Ensayo de slump

Concreto	Slump pulgadas
ct	3
cf 0.1%	2.5
cf 0.8%	2
cf 2.0%	1.5

Fuente: Propia

En el caso de las dosificaciones con fibra el slump disminuye esto afecta a la propiedad dinámica del concreto y esto se puede asegurar con los resultados de la investigación, el concreto patrón tiene un asentamiento de 3 pulgada, el concreto con 0.1% de fibra tiene un asentamiento de 2 ½ pulgadas, concreto con fibra al 0.8% tiene como resultado de 2 pulgadas y concreto con 2% de fibra con un asentamiento de 1 pulgada disminuyendo la fluidez del

concreto con este ensayo se determina la propiedad dinámica, el slump nos es útil para saber si va ver cangrejeras en el concreto o vacíos, si hubiera la resistencia del concreto se reduzca por los vacíos esto haría que el pavimento fallara presentando grietas, fisura; si el concreto tiene mayor slump significa que no se va presentar demasiados vacíos o cangrejeras y en caso sea mejor el asentamiento en el concreto se va presentar vacíos.

### 3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

La tercera Hipótesis es La adecuada manipulación de la propiedad mecánica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Para la cual evaluaremos la etapa a la cuales ensayaremos al concreto endurecido por en compresión, flexión y tracción a los cuatro diseños de mezclas de 280kg/cm<sup>2</sup> a las que se evaluarán a la edad de 7,14 y 28 días respectivamente a pruebas a compresión, ensayo a flexión y tracción será ensayada a los 28 días.

#### ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO 280 KG/CM<sup>2</sup>

Los ensayos a compresión ayudan a comprobar la resistencia del concreto en el caso de esta investigación se obtendrá una dosificación de concreto patrón el cual va ser el punto de partida para las otras dosificaciones con fibra de acero que tiene un porcentaje de 0.1%, 0.8% y 2% de fibra de acero serán ensayados a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 9. Ensayo a compresión

Concreto	Propiedades mecánicas del concreto					
	7 días		14 días		28 días	
	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio
ct	235		282		313	
	238	235	285	282	317	313
	231		278		309	
cf 0.1%	239		287		319	
	236	238	284	286	315	317
	238		286		318	
cf 0.8%	245		294		327	
	240	244	287	292	319	325
	246		296		328	
cf 2.0%	209		251		278	
	207	210	248	251	275	279
	213		255		284	

Fuente: Elaboración propia

## ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA Y FLEXIÓN

El ensayo a tracción determina la resistencia a tracción indirecta de probetas cilíndricas sometidas a una fuerza de compresión aplicada en una banda estrecha en toda su longitud, en consecuencia, el resultado de la fuerza de tracción ortogonal resultante origina que la probeta se rompa a tracción.

El ensayo a flexión es utilizado para encontrar el módulo de rotura del concreto, este ensayo se realiza a los 28 días.

Tabla 10. Ensayo a tracción indirecta y flexión

Concreto	Propiedades mecánicas del concreto			
	Tracción ind. (kg/cm <sup>2</sup> )		Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio
ct	49.71	50	50.32	50
	49.99		50.46	
cf 0.1%	50.81	51	50.98	51
	50.87		50.58	
cf 0.8%	50.95	51	51.98	52
	51.08		51.11	
cf 2.0%	45.11	45	43.96	44
	44.95		44.75	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtuvieron son con un buen curado se obtiene la resistencia mecánica a los 7 días concreto patrón tiene como resultado del concreto patrón una resistencia a compresión de 235 kg/cm<sup>2</sup>, al incorporar fibra al 0.1% se obtuvo una resistencia a compresión de 238 kg/cm<sup>2</sup>, al incorporar fibra al 0.8 % dio como resultado una resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y a los 14 días la resistencia a compresión dio como resultados concreto patrón 282 kg/cm<sup>2</sup>, concreto con fibra al 0.1% 286 kg/cm<sup>2</sup>, concreto con fibra al 0.8 % 292 kg/cm<sup>2</sup> y por lo último concreto con 2% de fibra 251 kg/cm<sup>2</sup>; a los 28 días se obtuvieron del concreto patrón  $F'C = 313$  kg/cm<sup>2</sup>, al aumentar fibra de acero al 0.1% la resistencia aumenta a  $F'C = 317$  kg/cm<sup>2</sup>; para un porcentaje de 0.8% la resistencia aumenta a  $F'C = 325$  kg/cm<sup>2</sup> y para un de 2% la resistencia  $F'C = 279$  kg/cm<sup>2</sup>. concreto patrón tiene



una resistencia tracción 50 kg/cm<sup>2</sup>, al aumentar fibra de acero al 0.1% la resistencia tracción aumenta a 51 kg/cm<sup>2</sup>; para un porcentaje de 0.8% la resistencia a tracción aumenta a 51 kg/cm<sup>2</sup> y para un de 2% la resistencia a tracción disminuye a 45 kg/cm<sup>2</sup>. concreto patrón tiene una resistencia flexión 50 kg/cm<sup>2</sup>, al aumentar fibra de acero al 0.1% la resistencia flexión aumenta a 51 kg/cm<sup>2</sup>; para un porcentaje de 0.8% la resistencia a flexión aumenta a 52 kg/cm<sup>2</sup> y para un de 2% la resistencia a flexión disminuye a 44 kg/cm<sup>2</sup>. Es decir que la manipulación de las propiedades mecánicas ha sido optimas ya que la resistencia sube y disminuye en la dosificación máxima.

#### **IV. DISCUSIÓN**

En relación al objetivo general sobre Determinar como la Aplicación de fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimentos rígidos en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Se puede indicar que de acuerdo a los resultados de la investigación al aumentar la proporción de fibra de acero desciende la resistencia a compresión de 313 kg/cm<sup>2</sup> a 279 kg/cm<sup>2</sup> con una proporción de fibra de acero de 36 kg/m<sup>3</sup> y flexión desciende de 50 kg/cm<sup>2</sup> a 44, se constata con Carranza (2018) en su tesis “Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí – Lima”, Donde al elevar la dosificación de 14.4 kg/m<sup>3</sup> la resistencia empieza a disminuir. Además, se debe considerar las aplicación de la fibra de acero, así mismo Yenny (2015) Lo esperado de este ensayo es el incremento de esta propiedad con los porcentajes de fibras mencionados, se enfoca a la resistencia a compresión presentando las probetas al fuego, realizando una comparación entre ambos casos, centrándonos en lo relevante para la presente investigación que se realiza, es el incremento de la resistencia que se obtiene cuando el autor del artículo obtiene mejoras con el uso del 1 y 1.5% de fibra

En cuanto al primer objetivo específico sobre Determinar como la dosificación mejora la resistencia en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Quintana (2016) en su tesis titulada “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, no se concuerda con sus resultados el al agregar fibra al 12% su resistencia a compresión aumenta a 290 kg/cm<sup>2</sup> y cuando se aumenta 14% de fibra la resistencia aumenta 304; en los resultados obtenidos en la presente tesis al aumentar 0.80% de fibra al concreto la resistencia a compresión aumenta pero al agregar fibra al 2% la resistencia disminuye a 279kg/cm<sup>2</sup>, siendo la más óptima el 0.8%. También el estudio de Toirac (2009) Por la exigencia actuales han conducido a que los tecnólogos del hormigón en el mundo

realicen estudios sobre los materiales, dosificaciones y tecnologías de colocación, de tal manera que se cumplieren los parámetros exigidos por cada proyecto.

En cuanto al segundo objetivo específico determinar como la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Así mismo En la investigación realizada por Cusquisiván y Sáenz (2016), obtiene que el asentamiento del concreto patrón es de 3 ½ pulgadas, al aumentar fibra al 1% disminuye a 2 pulgadas esto disminuye la propiedad dinámica del concreto. Se concuerda que al aumentar fibra disminuye la propiedad dinámica del concreto y esto se puede asegurar con los resultados de la investigación, el concreto patrón tiene un asentamiento de 3 pulgada, el concreto con 0.1% de fibra tiene un asentamiento de 2 ½ pulgadas, concreto con fibra al 0.8% tiene como resultado de 2 pulgadas y concreto con 2% de fibra con un asentamiento de 1 pulgada. El asentamiento tiene cierta vinculación con el estudio de Bhawat (2017) El tamaño de las fibras y el material del que estén compuesto las mismas, se trabajó con fibras como el vidrio y sisal esto muy aprovechable si se desea cambiar las propiedades mecánicas del concreto, esto quiere decir las propiedades que el concreto otorga después de endurecer, pero es observable una pérdida de trabajabilidad con respecto a la elaboración del concreto patrón provocando un pequeña controversia la cual puede ser solucionado en la elaboración de la mezcla; propiamente dicho en el diseño de la mezcla; ya que si por un lado las propiedades como resistencia a compresión y flexión tienen un gran aumento considerándolo como “pro” pues la contra parte es una pérdida del asentamiento, se podría trabajar con el tema equilibrio, buscando la proporción idónea para un perfecto uso del concreto (manteniendo la trabajabilidad) y aprovechando las propiedades adquiridas, quizá no al 100% por la modificación del SLUMP pero con alguna mejora a tomarse en cuenta si serpa útil o no para el proyecto en mente.

En lo que concierne al tercer objetivo específico Determinar como la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Según Castañeda (2018) en su tesis titulada, en su investigación se tiene resultados de las propiedades dinámicas teniendo un concreto patrón de 220.4 Kg/cm<sup>2</sup> y con adición de fibra de 20kg/m<sup>3</sup> teniendo una resistencia a compresión de 230.3 y cuando aumenta a 40 kg/m<sup>3</sup> la resistencia aumenta a 238.9Kg/cm<sup>2</sup>. Se concuerda que los ensayo a la resistencia a compresión ayudan a determinar las mejoras o disminución en la investigación se utilizó un concreto patrón de F'c=313 Kg/cm<sup>2</sup> y con proporción de fibra de 1.8Kg/m<sup>3</sup>, 14.4 Kg/m<sup>3</sup> y 36Kg/m<sup>3</sup> dio como

resultado 317K/cm<sup>2</sup>, 325Kg/cm<sup>2</sup> y 279Kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo esto refuerza con el estudio de Mahmound (2019) proceso de la elaboración de la mezcla se basa en la proporción idónea para el diseño en base a lo que se busca, determinada resistencia a la compresión, una buena trabajabilidad o en otros casos un retardante o acelerante de fragua, estos son aditivos pero estos también responden a una proporción del total de la mezcla la cual conjuntamente con los agregados; arena, piedra, agua y cemento; responden a una tanda dada según la evaluación de los materiales mencionados líneas arriba, también el autor del artículo hace ahínco en la relación agua cemento ya que de esta depende mucho la resistencia del concreto que se elabora, así como también de esta relación depende en incremento del precio del mismo.

## **V. CONCLUSIONES**

### **Primera:**

Se logró determinar como la Aplicación de fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimentos rígidos en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Da como resultado que el concreto patrón da como resistencia a compresión de 313 kg/cm<sup>2</sup>, al agregar el 0.1% de fibra la resistencia a compresión aumenta a 317 kg/cm<sup>2</sup> y al agregar 0.8% la resistencia mejora a 315kg/cm<sup>2</sup> y al añadir a la dosificación un 2% de fibra de acero, la resistencia a compresión disminuye a 279kg/cm<sup>2</sup>; con la tracción y flexión sucede lo mismo.

### **Segunda:**

Los resultados que determinar como la dosificación mejora la resistencia en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. se ha identificado que la dosificación más óptima es el 0.8% de fibra en el concreto, es más eficiente al mejorar la resistencia a compresión de 313kg/cm<sup>2</sup> a 325kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión mejora de 50 kg/cm<sup>2</sup> a 52 kg/cm<sup>2</sup> siendo la más óptima para el uso de pavimento rígido.

### **Tercera:**

Se logró determinar que determinar como la propiedad dinámica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. El slump disminuye de 3 pulgada a 1 ½ pulgada al aplicar 2% de fibra esto disminuye la propiedad dinámica.

#### **Cuarta:**

Se logró determinar que determinar como la propiedad mecánica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019. Las propiedades mecánicas ayudan a saber si el concreto cumple con la resistencia a base de ensayos se comprueba con probetas a compresión como se realizó en la investigación que se partió de un concreto platón de 313, al cual se le añadió fibra de acero con porcentaje a 0.1%, 0.8% y 2%; en la prueba se encontraron resistencia a compresión de 317, 325, 279 respectivamente.

### **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda en cambiar las proporciones de la fibra, si se trabajará con la misma marca, para determinar el punto idóneo y útil para el uso de este concreto en pavimento rígido, puede ser un título tentativo, El uso de la fibra de acero para una mejora estructural en pavimento rígido usando un 0.8% y 1.5% de fibra de acero, siendo complementaria a la presente investigación.

El trabajo de investigación también pudo enfocado a un concreto con otra marca de fibra de acero, podría mejorar la resistencia, sin afectar al diseño y se podría aprovechar las demás propiedades que, si se adquirieron como la resistencia a tracción y a flexión que podría aumentar, con un posible título como, Implemento de la fibra de acero SIKA FIBER CHO 60/80 NB en el concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

En el presente trabajo de investigación se buscó conservar el SLUMP de 1" a 3", esto pudo haber afectado al diseño de mezcla, así como a los resultados, se podría plantear la investigación de una tesis enfocado a un concreto de mayor SLUMP y sin variar ninguna porción del diseño, con un posible título de Aplicación de fibra de acero Dramix 3D en el concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con un SLUMP de 7".

Se recomienda realizar mayor cantidad de probetas y verificar cual es la dosificación más óptima para realizar para mayor tiempo de vida del pavimento y cumplir con los parámetros de diseño y norma técnica peruana.

## REFERENCIAS

1. ABBASS, Ahmmad, ABID Sallal, OZAKCA, Mustafa. Experimental investigation on the effect of steel fibers on the flexural behavior and ductility of high – strength concrete hollow beams. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Enero 2019, Vol. 2019 n.º 1. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].  
Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=c5c5cbfc-2cd2-4183-937f-e9ee2e1472f6%40sdc-v-sessionmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=48150070&db=eoah>
2. AKSHAY, Venkateshwaran, Kiang, Tan, Yi, Li. Residual flexural strengths of Steel fiber reinforced concrete with multiple hooked – end fibers. Revista International federation for structural concrete [en línea]. Abril 2018, Vol. 19 n.º 2. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].  
Disponible en:  
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=a23209fa-f655-4fce-b746-22c3015922ae%40sessionmgr103>  
ISSN: 14644177
3. ÁVILA, Hector. Introducción a la metodología de la investigación [en línea]. México: Edición electrónica, 2006 [fecha de consulta: 12 de marzo de 2019].  
Disponible en:  
<https://clea.edu.mx/biblioteca/INTRODUCCION%20A%20LA%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>  
ISBN: 8469019996
4. BASUELA, Esperanza. Metodología de investigación evaluativa. Boletín de estudios e investigación [en línea]. 2004, n.º 5. [fecha de consulta: 24 de junio de 2019].  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/771/77100509.pdf>  
ISSN: 15793141
5. BEDON, Jorge. Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú. Revista Aporte santiaguino [en línea]. Julio – diciembre 2016, Vol. 9 n.º 9. [fecha de consulta: 24 de junio de 2019].  
Disponible en:

[http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte\\_Santiaguino/article/view/195/585](http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/195/585)

ISSN: 2070836X

6. BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. 1. ° ed. Colombia: Editorial Shalom, 2008 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 9789592127837

7. BERMÚDEZ, Carlos. Curso básico de estructuras metálicas [en línea]. 1. ° ed. Colombia: Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2005 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2019].

Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>

ISBN: 9589322891

8. BHAWAT, Chaichannawatik, ATHASIT, Sirisonthi, QUDEER, Hussain, [et. al.]. Mechanical properties of fiber reinforced concrete. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Octubre 2017, Vol. 875. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].

Disponible en: <https://www.scientific.net/AMM.875.174>

ISSN: 16627482

9. CARRANZA, Johan. Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí – Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, facultad de Ingeniería Civil, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/19529>

10. CASTAÑEDA, Raúl. Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería Civil, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13800?show=full>

11. Construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras [en línea]. Lima: Las Praderas de Lurín, 2011 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2019].  
  
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/346301197/Concreto-Reforzado-con-Fibras-Brochure-pdf#>  
ISSN: 01220594
12. Construcción y tecnología en concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del concreto, A.C. [en línea]. Junio 2017, Vol. 7 n.º 3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].  
  
Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/junio2017/junio2017.pdf#page=24>  
ISSN: 01877895
13. CUSQUISIVÁN Manuel, Jean. Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería Civil, 2016.  
  
Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7332>
14. DELGADO, Genaro. Diseño de estructuras aporticadas de concreto armado [en línea]. 9.º ed. Lima: Editorial EDICIVIL S.R.Ltda, 2011 [fecha de consulta: 12 de marzo de 2019].  
  
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/216387144/LIBRO-GENARO-DELGADO-DISENO-DE-ESTRUCTURAS-APORTICADAS-C%C2%BAA%C2%BA>
15. DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.034, Hormigón (concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima: INDECOPI, 2008. 21 pp.  
  
Disponible en: <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
16. DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.035, Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. Lima: INDECOPI, 1999. 10 pp.  
  
Disponible en: <https://www.udocz.com/read/ntp-339-035-1999-metodo-para-la-medicion-del-asentamiento-del-concreto-con-el-cono-de-abrams-1>

17. DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.046, Hormigón (concreto). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima: INDECOPI, 2008. 14 pp.  
Disponible en: <https://edoc.site/determinar-la-densidad-c-airentp-339046-pdf-free.html>
18. DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.078, Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima: INDECOPI, 2012. 14 pp.  
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>
19. DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.184, Hormigón (concreto). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima: INDECOPI. 5 pp.  
Disponible en: <https://edoc.site/queue/ntp-339184pdf-pdf-free.html>
20. GAITÁN, Vidal. Estudio del comportamiento del hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de acero frente al impacto de proyectiles. Tesis (Doctorado). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2014.  
Disponible en: <http://oa.upm.es/22120/>
21. GHASEMIPOR, Verya, PIROTI, Saber. Experimental evaluation if the effect of wáter – cement ratio on compressive, abrasión strength, hydraulic conductivity coefficient and porosity of nano – silica concretes. Revista Journal of applied engineering sciences [en línea]. Diciembre 2018, Vol. 8 n.º 236. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/331118458\\_Experimental\\_Evaluation\\_of\\_the\\_Effect\\_of\\_Water-Cement\\_Ratio\\_on\\_Compressive\\_Abrasion\\_Strength\\_Hydraulic\\_Conductivity\\_Coefficient\\_and\\_Porosity\\_of\\_Nano-Silica\\_Concretes](https://www.researchgate.net/publication/331118458_Experimental_Evaluation_of_the_Effect_of_Water-Cement_Ratio_on_Compressive_Abrasion_Strength_Hydraulic_Conductivity_Coefficient_and_Porosity_of_Nano-Silica_Concretes)  
ISSN: 22473769



22. HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado [en línea]. 3. ° ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002 [fecha de consulta: 09 de octubre de 2019].  
Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenodeestructurasdeconcreto-harmsen.pdf>
23. IFEANYI Fidelis. Fundamentals of research methodology and data collection [en línea]. Nigeria 2016 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].  
Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/303381524>
24. JO, Youngkug, DO, Jeongyun. Pull – out bond strength and flexural load test of concrete beam with ethylene – vinyl acetate – modified cement slurry – coated rebar. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Octubre 2018, Vol. 21. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].  
Disponible en:  
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=236ba6ad-f016-4980-a7ea-c25cce0373ce%40pdc-v-sessmgr02>  
ISSN: 16609336
25. LIANG, Ninghui, DAI, Jifei, LIU, Xinrong, [et. al.] Experimental study on the fracture toughness of concrete reinforced with multi-size polypropylene fibres. Magazine of concrete research [en línea]. Marzo 2018, Vol. 71 n.° 9 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].  
Disponible en: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jmacr.17.00474>  
ISSN: 00249831
26. MAHMOUD, Hussain, QURESHI, Javed, MOHD, HASAN, Abul. Decision support model for design of high – performance concrete mixtures using two – phase AHP – TOPSIS approach. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Marzo 2019, Vol. 2019 n.° 1. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].  
Disponble en:  
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=a23209fa-f655-4fce-b746-22c3015922ae%40sessionmgr103>  
ISSN: 16878086
27. MANUAL Para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 692-2 (*International Organization for Standardization*). [en línea]. Santiago: Bibliotecas Duocuc, 2005 [fecha de consulta: 17 de octubre de 2019].

Disponible en:

<https://www.derechoycambiosocial.com/anexos/manual%20de%20citas%20bibliograficas.pdf>

28. MANUAL Referencias estilo ISO 690 y 690-2 [en línea]. Lima: Fondo editorial Universidad César Vallejo, 2017 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en:

[https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)

29. Ministerio Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 [fecha de consulta 16 de mayo de 2019].

Disponible en:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

30. MONTALVO, Marco. Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6117>

31. NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación Diseño y ejecución [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

ISBN: 9789588675947

32. TOIRAC, José. La resistencia del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. Revista ciencia y sociedad república dominicana [en línea]. Octubre – diciembre 2009, Vol. XXXIV n.° 4. [fecha de consulta: 09 de octubre de 2019].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/870/87014516001.pdf>

33. ROBAYO, R, MATTEY, P, DELVASTO, S. Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. Revista de la construcción [en línea]. Noviembre 2013, Vol. 12 n.° 2. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].

Disponible en:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000200011&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000200011&script=sci_arttext)

ISSN: 0718915X

34. SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Bogotá: Panamericana, 1992 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2019].

Disponible en: [http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf)

35. SENNACHERIB´S. *Aqueduct at Jerwan*. (Mayo, 1935). *The University of Chicago Oriental Institute Publications*.

Disponible en:

<https://oi.uchicago.edu/research/publications/oip/oip-24-sennacherib%E2%80%99s-aqueduct-jerwan>

36. SOTIL Alfredo y Jorge. Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>

37. VALENCIA Plinio, Cristian. Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, facultad de Ingeniería Civil, 2016.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/Trabajo%20de%20grado%20Fibra%20de%20Acero.pdf>

38. WALLIMAN Nicholas. *Research Methods the basics* [en línea]. Estados Unidos: Routledge, 2011 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].

Disponible en:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2317618/mod\\_resource/content/1/BLOCO%202\\_Research%20Methods%20The%20Basics.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2317618/mod_resource/content/1/BLOCO%202_Research%20Methods%20The%20Basics.pdf)

ISBN: 0203836073

39. YAVAS, Altug, HASGUL, Umut, TURKER, Kaan, [et. al.]. Effective fiber type investigation on the shear behavior of ultrahigh – performance fiber – reinforced concrete beams. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Abril 2019, Vol. 22. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=24d0d5dd-2ff3-4898-bf36-8d3d6bd5b18c%40sessionmgr101>

ISSN: 13694332

40. YENNY, Nurchasanah, MOHAMED, Alfitouri, MOCHAMMAD, Solikin. Steel fiber reinforced concrete to improve the characteristics of fire – resistant concrete. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Octubre 2015, Vol. 845. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=c4f21948-dc30-4b79-93a6-60cf94bdc960%40pdc-v-sessmgr01>

41. ZABICKOVÁ, Ivana, OTCOVSKÁ, Tereza, PADEVET, Pavel. Clay building materials and their properties. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Noviembre 2015, Vol. 827. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=21a61491-9309-4afa-aa7f-e149110c11b7%40pdc-v-sessmgr01>

ISSN: 16627482

## ANEXOS


### Anexo 1. Matiz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera la aplicación de la fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b>  ¿De qué manera la dosificación mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?</p> <p>¿De qué manera la propiedad dinamica mejora de la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?</p> <p>¿De qué manera la propiedad mecanica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar como la Aplicación de fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimentos rígidos en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La aplicación de la fibra de acero mejora la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019</p>	<p><b>Variable Independiente: (V.I.)</b> <b>Aplicación de la fibra de acero</b></p>		<p><b>Tipo de investigación:</b> Tipo aplicada</p> <p><b>Diseño de investigación:</b>  El presente proyecto de investigación es de diseño experimental ya que cuenta con variable independiente la cual sera manipulada por el investigador para esperar cambios en la variable dependiente.</p> <p><b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo</p>
	<p><b>Objetivos específicos:</b>  Determinar como la dosificación mejora la resistencia en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p> <p>Determinar como la propiedad dinamica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p> <p>Determinar como la propiedad mecanica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p>	<p><b>Hipotesis específicas:</b>  La adecuada dosificación del concreto mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p> <p>La adecuada manipulación de la propiedad dinamica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p> <p>La adecuada manipulacion de la propiedad mecanica mejora la resistencia del concreto en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019.</p>	<p><b>Dimensiones</b>                      <b>Indicadores</b></p>		
			Relacion de la fibra                      *longitud y diametro		
			Tipo de secciones                      *Circular *Cuadrada *Rectangular		
			Tipo de fibra de acero                      *Fibras de alambre *Fibras cortadas de chapas *Fibras ectraida de la fundición *Fibra esbeltaz		
			<p><b>Variable Dependiente: (V.D.)</b> <b>Resistencia del Concreto</b></p>		
			<p><b>Dimensiones</b>                      <b>Indicadores</b></p>		
			Dosificacion del concreto                      *Arena *Piedra *Cemento *Aditivos		
			Propiedad dinamica                      *Asentamiento *Temperatura *Peso unitario		
			Propiedad mecanica                      *Compresión *Tracción *Flexión		

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Ficha de recolección de datos

### Anexo 2.1 Ficha de recolección de datos, resistencia a flexión



**UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJOS**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS

**Ficha de recolección de datos, resistencia a la flexión – NTP 339.078**

<b>INFORME :</b>		LMS-1	
<b>PROYECTO :</b>		"Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rimac, Callao-2019"	
<b>SOLICITANTE :</b>		Julio Rodas Zegarra	
<b>UBICACIÓN :</b>		AA.HH Playa Rimac - Callao	
		<b>FECHA</b>	09-09-19

ITEM	Vigas			Fecha	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	MPA	f'c(kg/cm <sup>2</sup> )
	Código	Edad(días)	Composición		Alto	Ancho	Longitud				
1		7	(ct)								
2		7	(cf 0.1%)								
3		7	(cf 0.8%)								
4		7	(cf 2.0%)								
5		14	(ct)								
6		14	(cf 0.1%)								
7		14	(cf 0.8%)								
8		14	(cf 2.0%)								
9		28	(ct)								
10		28	(cf 0.1%)								
11		28	(cf 0.8%)								
12		28	(cf 2.0%)								

**Abreviaturas:**  
ct: Concreto tradicional f'c=280  
cf: Concreto con fibra de acero al 0.1%  
cf: Concreto con fibra de acero al 0.8%  
cf: Concreto con fibra de acero al 2.0%

**Experto 1**  
Apellidos y nombres:  
Kenny Ronny Madrid Saldaña

Registro CIP N°: 173899

Firma: [Firma]  
Kenny Ronny Madrid Saldaña  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 173899

celular: \_\_\_\_\_

**Experto 2**  
Apellidos y nombres:  
Cesar Karlo Madrid Saldaña

Registro CIP N°: 86609

Firma: [Firma]  
CESAR KARLO MADRID SALDAÑA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 86609

celular: \_\_\_\_\_

**Experto 2**  
Apellidos y nombres:  
Neil Balbin Jaico

Registro CIP N°: 84278

Firma: [Firma]  
NEIL BALBIN JAICO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 84278

celular: \_\_\_\_\_


  

Observación 1: \_\_\_\_\_

Observación 2: \_\_\_\_\_

Observación 3: \_\_\_\_\_

## Anexo 2.2 Ficha de recolección de datos, resistencia a tracción indirecta


**UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**Ficha de recolección de datos, resistencia a la tracción indirecta – (método brasileño)**

**INFORME :** LMS-1  
**PROYECTO :** Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en pavimento rígido en el AA. HH Playa Rímac, Callao-2019  
**SOLICITANTE :** Julio Rodas Zegarra  
**UBICACIÓN :** AA HH Playa Rímac - Callao **FECHA :** 09-09-19

ITEM	Probetas cilíndrica			Fecha	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kN)	MPA	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Código	Edad(días)	Composición		Alto	Longitud				
1	7	(ct)			Ø					
2	7	(ct)			Ø					
3	7	(ct)			Ø					
4	7	(cf 0.1%)			Ø					
5	7	(cf 0.1%)			Ø					
6	7	(cf 0.1%)			Ø					
7	7	(cf 0.8%)			Ø					
8	7	(cf 0.8%)			Ø					
9	7	(cf 0.8%)			Ø					
10	7	(cf 2.0%)			Ø					
11	7	(cf 2.0%)			Ø					
12	7	(cf 2.0%)			Ø					
13	14	(cp)			Ø					
14	14	(cp)			Ø					
15	14	(cp)			Ø					
16	14	(cf 0.1%)			Ø					
17	14	(cf 0.1%)			Ø					
18	14	(cf 0.1%)			Ø					
19	14	(cf 0.8%)			Ø					
20	14	(cf 0.8%)			Ø					
21	14	(cf 0.8%)			Ø					
22	14	(cf 2.0%)			Ø					
23	14	(cf 2.0%)			Ø					
24	14	(cf 2.0%)			Ø					
25	28	(cp)			Ø					
26	28	(cp)			Ø					
27	28	(cp)			Ø					
28	28	(cf 0.1%)			Ø					
29	28	(cf 0.1%)			Ø					
30	28	(cf 0.1%)			Ø					
31	28	(cf 0.8%)			Ø					
32	28	(cf 0.8%)			Ø					
33	28	(cf 0.8%)			Ø					
34	28	(cf 2.0%)			Ø					
35	28	(cf 2.0%)			Ø					
36	28	(cf 2.0%)			Ø					

**Abreviaturas:**  
 ct: Concreto tradicional f<sub>c</sub>=280  
 cf: Concreto con fibra de acero al 0.1%  
 cf: Concreto con fibra de acero al 0.8%  
 cf: Concreto con fibra de acero al 2.0%

**Experto 1**  
 Apellidos y nombres: Kenny Ronny Madrid Saldaña  
 Registro CIP N°: 173899  
 Firma: KENNY RONNY MADRID SALDAÑA  
 Reg. CIP N° 173899  
 celular: \_\_\_\_\_

**Experto 2**  
 Apellidos y nombres: Cesar Karlel Madrid Saldaña  
 Registro CIP N°: 86602  
 Firma: CESAR KARLEL MADRID SALDAÑA  
 Reg. CIP N° 86602  
 celular: \_\_\_\_\_

**Experto 3**  
 Apellidos y nombres: Neil Balbino Lazo  
 Registro CIP N°: 8478  
 Firma: NEIL BALBINO LAZO  
 Reg. CIP N° 8478  
 celular: \_\_\_\_\_

Observación 1: \_\_\_\_\_  
 Observación 2: \_\_\_\_\_  
 Observación 3: \_\_\_\_\_



## Anexo 3. Ficha técnica de materiales

### Anexo 3.1 Ficha técnica Cemento Andino tipo I

CEMENTO SOL



CEMENTO SOL

**Descripción:**

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

**Beneficios:**

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

**Usos:**

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

**Características Técnicas:**

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

**Formato de distribución:**

- Bolsas de 42,5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



**Recomendaciones**

**Dosificación:**

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

**Manipulación:**

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

**Almacenamiento:**

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.



## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



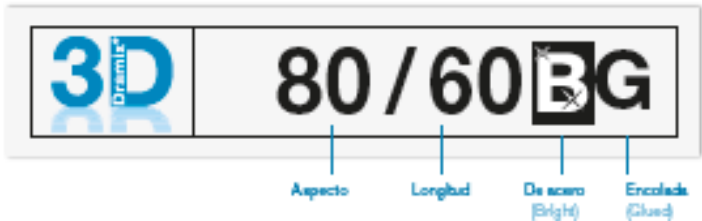
## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm²/g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	337	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	427	No especifica
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	13.15	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	53.60	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	9.66	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	9.34	No especifica

# Anexo 3.2 Ficha técnica fibra de acero DRAMIX 3D



**Dramix®**



## FICHA TÉCNICA

### DRAMIX 3D 80/60BG



La serie Dramix® 3D es la referencia para el refuerzo del hormigón con fibras metálicas. Combina elevado rendimiento, durabilidad y facilidad de empleo. La serie Dramix® 3D es una solución económica y que permite ahorrar tiempo para las aplicaciones más habituales. La serie Dramix® 3D presenta:

- anclaje eficaz
- alta resistencia a la tracción
- Solera con refuerzo combinado
- Elementos prefabricados
- Aplicaciones residenciales
- Aplicaciones de túneles

Las fibras están encoladas en plaqueta para una distribución homogénea y un mezclado más sencillo.

Bekaert ofrece una asistencia técnica extendida para ayudar a determinar la tipología de fibra más adecuada, la dosificación óptima y la mezcla de hormigón más apta para una amplia variedad de aplicaciones. Para más información contacten su soporte local.

Para conocer nuestras recomendaciones sobre manipulación, dosificación y mezcla, visite: [www.bekaert.com/doingdramix](http://www.bekaert.com/doingdramix). Para la "Declaración de Rendimiento" diríjase a: [www.bekaert.com/doc/Dramix\\_3D](http://www.bekaert.com/doc/Dramix_3D).

### CARACTERÍSTICAS

#### Propiedades del material

Resistencia Nominal a la tracción:	1.925 (N/mm²)
Módulo de Young:	200.000 (N/mm²)
Tensión en estado último:	0,8%

#### Geometría

Gama de fibras	3D	
Longitud (l)	80 mm	
Diámetro (d) (mm)	0,75 mm	
Red de fibra (l/d)	80	

#### Minima dosificación EN 14889-1

10 kg/m³

#### Red de fibra

2,879 m³ por 10 kg/m³  
4,890 fibras/kg

#### Gama Dramix®

- 3D aplicaciones estándar SFRS
- 4D Elevado control en ejercicio
- 5D Aplicaciones estructurales avanzadas

	3D	4D	5D
Resistencia a tracción	1.925	2.000	2.100
Ductilidad del alambre	0,8%	0,8%	0,8%
Resistencia de anclaje	1.925	2.000	2.100

### CERTIFICADOS DEL PRODUCTO \*



\*Los certificados del producto son específicos de las plantas.

### CONFORMIDAD DEL PRODUCTO

Dramix® conforme a las especificaciones ASTM A820 y al EN 14889-1 y ISO 13970 clase A.

### CERTIFICADOS DEL SISTEMA



Todas las plantas industriales Dramix® cuentan con el certificado ISO 9001 e ISO 14001.

### EMBALAJE



### MANIPULACION



Bekaert se reserva el derecho de modificar, discontinuar o reemplazar sus productos en cualquier momento sin previo aviso. Toda la información aquí contenida es en general y puede variar. Para más información póngase en contacto con la oficina local de Bekaert.

Dramix® 3D 80/60BG

## Anexo 4. Aplicación de la fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto.

### Anexo 4.1 Gravedad específica agregado fino (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 002 - LEM 2019  
SOLICITANTE : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
MATERIAL : AGREGADO FINO  
CANtera : YERBABUENA-UNICON  
FECHA : 12/08/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.662	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.693	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.721	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	1.25	%

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

## Anexo 4.2 Gravedad específica grava (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 005 - LMS 2019  
**SOLICITANTE** : JULIO RODAS ZEGARRA  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
**MATERIAL** : GRAVA - HUSO 67  
**CANTERA** : YERBABUENA-UNICON  
**FECHA** : 14/08/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.753	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.784	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.813	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	0.76	%

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dhs@unfv.edu.pe

## Anexo 4.3 Peso unitario (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### PESOS UNITARIOS


INOFORME N° : 006 - LEM 2018  
SOLICITANTE : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA  
RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN  
EL AA.HH. PLAYA RÍMAC, CALLAO - 2019  
CANTERA : YERBABUENA-UNICON  
MATERIAL : AGREGADO GRUESO  
FECHA : 15/08/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	20.811	20.792	20.818
Peso de molde (kg)	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra (kg)	14.585	14.566	14.592
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1545	1543	1546
Contenido de humedad	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1542		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21.810	21.767	21.793
Peso de molde	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra	15.584	15.541	15.567
Volumen de molde	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1651	1646	1649
Contenido de humedad	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1645		

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046

## Anexo 4.4 Peso unitario (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### PESOS UNITARIOS

INFORME N° : 006 - LEM 2018

SOLICITANTE : JULIO RODAS ZEGARRA

PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA  
RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN  
EL AA.HH. PLAYA RÍMAC, CALLAO - 2019

CANTERA : YERBABUENA-UNICON

MATERIAL : AGREGADO GRUESO


FECHA : 15/08/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	20.811	20.792	20.818
Peso de molde (kg)	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra (kg)	14.585	14.566	14.592
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1545	1543	1546
Contenido de humedad	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1542		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21.810	21.767	21.793
Peso de molde	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra	15.584	15.541	15.567
Volumen de molde	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1651	1646	1649
Contenido de humedad	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1645		

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfonica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dhs@unfv.edu.pe



## Anexo 4.5 Diseño de mezcla (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### DISEÑO DE MEZCLA

**INFORME N° :** 008 – LEM 2019  
**SOLICITA :** JULIO RODAS ZEGARRA  
**PROYECTO :** APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR  
LA RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO  
EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC, CALLAO - 2019  
**FECHA :** 10-09-2019

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

A.-Cemento :

**Sol**

-Tipo I

-Peso específico ..... 3.12

B.-Agua :

-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino :

**Cantera:** Yerbabuena - Unicon

-Peso específico de masa 2.662 gr / cm<sup>3</sup>

-Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>

-Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>

-Contenido de humedad 1.12 %

-Absorción 1.25 %

-Módulo de fineza 2.81

-Pasante Malla N° 200 4.21 %

D.-Agregado grueso :

**Cantera:** Yerbabuena - Unicon

-Piedra, perfil angular

-Tamaño Máximo Nominal 3/4"

-peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>

-peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>

-peso específico de masa 2.753 gr/cm<sup>3</sup>

-absorción 0.76 %

-contenido de humedad 0.21 %

**COORDINADOR**  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfonica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dnhs.fic@unfv.edu.pe

## Anexo 4.6 Diseño de mezcla (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### DISEÑO DE MEZCLA

**INFORME N° :** 09 – LEM 2019  
**SOLICITA :** JULIO RODAS ZEGARRA  
**PROYECTO :** APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC, CALLAO - 2019  
**FECHA :** 10-09-2019

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de  $280 \text{ kg/cm}^2$  y con adición de 0.1% de fibras metálicas Dramix 3D, a los 28 días.

#### MATERIALES

A.-Cemento : **Sol**  
-Tipo I  
-Peso específico ..... 3.12

B.-Agua :  
-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
-Peso específico de masa  $2.662 \text{ gr/cm}^3$   
-Peso unitario suelto  $1493 \text{ kg/m}^3$   
-Peso unitario compactado  $1798 \text{ kg/m}^3$   
-Contenido de humedad 1.12 %  
-Absorción 1.25 %  
-Módulo de fineza 2.81  
-Pasante Malla N° 200 4.21 %

D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
-Piedra, perfil angular 3/4"  
-Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
-peso unitario suelto  $1542 \text{ kg/m}^3$   
-peso unitario compactado  $1645 \text{ kg/m}^3$   
-peso específico de masa  $2.753 \text{ gr/cm}^3$

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046

Correo institucional: dabe.fis@unfv.edu.pe

**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR





Continúa/...

	-absorción	0.76 %
	-contenido de humedad	0.21 %
	-Módulo de fineza	6.61
	-Pasante Malla N° 200	0.74 %
E.- fibras metálicas Dramix 3D	- Peso Unitario	279 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm <sup>3</sup>

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

#### FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	458 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	220 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	874.1 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	905.1 kg/m <sup>3</sup>
fibras metálicas (0.1%)...	1.8 kg/m <sup>3</sup>

#### PROPORCION EN PESO

$$\frac{458}{458} : \frac{874.1}{458} : \frac{905.1}{458} : \frac{1.8}{458}$$

$$1 : 1.91 : 1.98 : 0.00393 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

#### PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.00156 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

## Anexo 4.7 Diseño de mezcla (muestra 3)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

	-absorción	0.76 %
	-contenido de humedad	0.21 %
	-Módulo de fineza	6.61
	-Pasante Malla N° 200	0.74 %
E.-fibras metálicas Dramix 3D	- Peso Unitario	279 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm <sup>3</sup>

### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m<sup>3</sup>.

### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

### FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	458 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	220 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	876.8 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	907.8 kg/m <sup>3</sup>
fibras metálicas (0.8%)....	14.4 kg/m <sup>3</sup>


### PROPORCION EN PESO

$$\frac{458}{458} : \frac{876.8}{458} : \frac{907.8}{458} : \frac{14.4}{458}$$

$$1 : 1.91 : 1.98 : 0.031441 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

### PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.94 : 1.95 : 0.01617 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dphs fic@unfv.edu.pe

## Anexo 5. Resistencia del concreto

### Anexo 5.1 Resistencia la compresión (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 012 – LEM 2019  
SOLICITANTE : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : martes, 24 de septiembre de 2019

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	PATRON	-	27/08/2019	03/09/2019	7	235
02	PATRON	-	27/08/2019	03/09/2019	7	238
03	PATRON	-	27/08/2019	03/09/2019	7	231
04	PATRON	-	27/08/2019	10/09/2019	14	282
05	PATRON	-	27/08/2019	10/09/2019	14	285
06	PATRON	-	27/08/2019	10/09/2019	14	278
07	PATRON	-	27/08/2019	24/09/2019	28	313
08	PATRON	-	27/08/2019	24/09/2019	28	317
09	PATRON	-	27/08/2019	24/09/2019	28	309

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dhs.fic@unfv.edu.pe

## Anexo 5.2 Resistencia la compresión (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 013 – LEM 2018  
SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : miércoles, 25 de septiembre de 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	04/09/2019	7	239
02	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	04/09/2019	7	236
03	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	04/09/2019	7	238
04	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	11/09/2019	14	287
05	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	11/09/2019	14	284
06	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	11/09/2019	14	286
07	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	25/09/2019	28	319
08	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	25/09/2019	28	315
09	ADICION FIBRA METÁLICA 0.1%	-	28/08/2019	25/09/2019	28	318

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfonica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dabe.fic@unfv.edu.pe

### Anexo 5.3 Resistencia la compresión (muestra 3)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 014 – LEM 2018  
SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : jueves, 26 de septiembre de 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	05/09/2019	7	245
02	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	05/09/2019	7	240
03	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	05/09/2019	7	246
04	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	12/09/2019	14	294
05	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	12/09/2019	14	287
06	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	12/09/2019	14	296
07	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	26/09/2019	28	327
08	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	26/09/2019	28	319
09	ADICION FIBRA METÁLICA 0.8%	-	29/08/2019	26/09/2019	28	328

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: daga@unfv.edu.pe



## Anexo 5.4 Resistencia la compresión (muestra 4)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 015 – LEM 2018  
SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : sábado, 28 de septiembre de 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	07/09/2019	7	209
02	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	07/09/2019	7	207
03	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	07/09/2019	7	213
04	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	14/09/2019	14	251
05	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	14/09/2019	14	248
06	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	14/09/2019	14	255
07	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	28/09/2019	28	278
08	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	28/09/2019	28	275
09	ADICION FIBRA METÁLICA 2%	-	31/08/2019	28/09/2019	28	284

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: deha.fic@unfv.edu.pe

## Anexo 6. Resistencia a la Tracción

### Anexo 6.1 Resistencia a la Tracción (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
FECHA : martes, 03 de septiembre de 2019  
INFORME N° : 016 – LEM 2019

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION FIBRA METALICA (0.1%)	ADICION FIBRA METALICA (0.1%)
Fecha de Rotura	03/09/2019	03/09/2019	03/09/2019	03/09/2019
Diamétero (cm)	15.22	15.22	15.22	15.22
Altura de la muestra (cm)	30.50	30.50	30.50	30.50
Carga (Kg)	36250	36450	37050	37090
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	49.71	49.99	50.81	50.87

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046

## Anexo 6.2 Resistencia a la tracción (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil




"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

**SOLICITA** : JULIO RODAS ZEGARRA  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
**FECHA** : miércoles, 04 de septiembre de 2019  
**INFORME N°** : 017 - LEM 2019

IDENTIFICACION	ADICION FIBRA METALICA (0.8%)	ADICION FIBRA METALICA (0.8%)	ADICION FIBRA METALICA (2%)	ADICION FIBRA METALICA (2%)
Fecha de Rotura	04/09/2019	04/09/2019	04/09/2019	04/09/2019
Diamétero (cm)	15.22	15.22	15.22	15.22
Altura de la muestra (cm)	30.50	30.50	30.50	30.50
Carga (Kg)	37150	37250	32890	32780
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	50.95	51.08	45.11	44.95

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dabe.fic@unfv.edu.pe



## Anexo 7. Resistencia a la flexión

### Anexo 7.1 Resistencia a la flexión (muestra 1)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : martes, 03 de septiembre de 2019  
INFORME N° : 018 - LEM 2019

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION FIBRA METALICA (0.1%)	ADICION FIBRA METALICA (0.1%)
Fecha de Rotura	03/09/2019	03/09/2019	03/09/2019	03/09/2019
Ancho (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura de la viga (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20
Luz libre entre apoyos (cm)	46.5	46.5	46.5	46.5
Carga (Kg)	3800	3811	3850	3820
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	50.32	50.46	50.98	50.58

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dabrigo@unfv.edu.pe

## Anexo 7.2 Resistencia a la flexión (muestra 2)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : JULIO RODAS ZEGARRA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE LA FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA  
DE CONCRETO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN EL AA.HH. PLAYA RÍMAC,  
CALLAO - 2019  
LUGAR : LIMA  
FECHA : miércoles, 04 de septiembre de 2019  
INFORME N° : 019 – LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION FIBRA METALICA (0.8%)	ADICION FIBRA METALICA (0.8%)	ADICION FIBRA METALICA (2%)	ADICION FIBRA METALICA (2%)
Fecha de Rotura	15/11/2018	15/11/2018	15/11/2018	15/11/2018
Ancho (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura de la viga (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20
Luz libre entre apoyos (cm)	46.5	46.5	46.5	46.5
Carga (Kg)	3880	3860	3320	3380
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	51.38	51.11	43.96	44.75

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046